ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JANVIER 1921.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES LEMOINE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les couples de deux congruences* O_1 *polaires réciproques par rapport à un complexe linéaire.* Note de M. C. GUICHARD.

J'appelle congruence O_1 la congruence formée par les tangentes à la première série des lignes de courbure d'une surface.

Je prends comme troisième axe de coordonnées l'axe du complexe; je suppose cet axe vertical.

Soient alors B et C deux surfaces dont les premières tangentes principales possèdent la propriété indiquée; B_1 et C_1 les seconds foyers des congruences O_1 correspondantes. On sait que B_1 et C d'une part, B et C_1 d'autre part, décrivent des surfaces polaires réciproques par rapport au complexe.

Soient alors a, b, c, d les projections horizontales des points B_1, B, C, C_1; b et c décrivent des réseaux 2O; d'après la théorie générale des congruences qui sont conjuguées par rapport à un complexe linéaire, les réseaux b et c se correspondent par orthogonalité des éléments; donc a décrit un réseau 2O; il en est de même de d. Donc

Les réseaux focaux de la congruence plane ab sont des réseaux 2O.

Réciproquement, si l'on connaît une telle congruence plane, on pourra résoudre le problème posé en effectuant une seule quadrature.

En effet, les réseaux focaux de la congruence orthogonale à ab seront aussi 2O; faisons tourner cette congruence orthogonale de 90°, ce qui l'amène en cd. Les réseaux a et c sont tels que la première tangente de l'une

soit parallèle à la seconde tangente de l'autre. D'après les résultats établis dans ma Note du 10 mai 1920, il y aura parmi les réseaux parallèles à B_1, un réseau dont la polaire réciproque est parallèle à C. Le problème posé sera alors résolu.

Le réseau a étant 2O sera la projection d'un réseau O, A; de même il y a un réseau O(D) qui se projette suivant d. Les surfaces A et B d'une part, D et C d'autre part, possèdent la propriété suivante :

Ces surfaces sont rapportées à leurs lignes de courbure; la seconde tangente principale de la première surface et la première tangente principale de la seconde surface sont dans un même plan vertical.

La recherche des congruences planes dont les réseaux focaux sont 2O revient à trouver dans un espace d'ordre 4 un réseau dont les congruences focales sont 2I. Voici comment on obtient ces réseaux. Soit

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 \end{vmatrix}$$

un déterminant orthogonal d'ordre 4 ayant pour rotations

$$a = \omega \sin\varphi, \qquad e = \frac{\partial\psi}{\partial u}, \qquad m = \omega\cos\varphi,$$

$$b = \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad f = \frac{1}{\omega}\sin\psi, \qquad n = \frac{1}{\omega}\cos\psi,$$

où ω est une constante. En écrivant les relations qui doivent exister entre les rotations, on trouve

$$(1) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \sin\varphi\cos\psi, \\[2mm] \dfrac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} = \sin\psi\cos\varphi. \end{cases}$$

Le problème est du quatrième ordre; mais les équations (1) sont équivalentes aux deux suivantes :

$$(2) \qquad \frac{\partial^2(\varphi+\psi)}{\partial u\,\partial v} = \sin(\varphi+\psi); \qquad \frac{\partial^2(\varphi-\psi)}{\partial u\,\partial v} = \sin(\varphi-\psi);$$

de sorte qu'il suffit d'avoir deux solutions de l'équation des surfaces à courbure totale constante. Mais on peut aller plus loin et énoncer le résultat suivant :

Si l'on connaît deux surfaces à courbure totale constante rapportée à leurs asymptotiques, on pourra sous forme finie obtenir tous les éléments d'un déterminant Δ.

Soit alors (M) un réseau O de l'espace d'ordre 4 qui correspond au déterminant Δ; je mène les normales Mx et My; je désigne par G le premier foyer de la congruence Mx; par H le second foyer de My; par Gy' la seconde tangente de G; par Hx' la première tangente de H. Les cosinus directeurs des droites Gy' et Hx' sont donnés par les formules

$$x'_k = y_k \cos\psi - \xi_k \sin\psi,$$
$$y'_k = x_k \cos\varphi - \eta_k \sin\varphi.$$

On vérifie facilement que les droites Gy' et Hx' décrivent des congruences 2I; les réseaux G et H possèdent donc la propriété indiquée; ces réseaux se correspondent d'ailleurs par orthogonalité. Il suffit maintenant de couper ces réseaux par un même plan isotrope, on obtiendra ainsi les congruences planes (ab) et (cd); on imprimera à la seconde une rotation de 90° pour la placer dans la position indiquée au début.

En réduisant les réseaux G et H à des réseaux points, on obtiendra des surfaces (A), (B), (C), (D) qui ont même représentation sphérique que les surfaces cherchées. Les coordonnées des points qui décrivent ces surfaces sont :

(A) $$X_1 = \frac{x_1}{x_3 + ix_4}, \quad X_2 = \frac{x_2}{x_3 + ix_4}, \quad X_3 = \frac{i}{x_3 + ix_4};$$

(B) $$X_1 = \frac{y'_1}{y'_3 + iy'_4}, \quad X_2 = \frac{y'_2}{y'_3 + iy'_4}, \quad X_3 = \frac{i}{y'_3 + iy'_4};$$

(C) $$X_1 = \frac{y_2}{y_3 + iy_4}, \quad X_2 = -\frac{y_1}{y_3 + iy_4}, \quad X_3 = \frac{i}{y_3 + iy_4};$$

(D) $$X_1 = \frac{x'_2}{x'_3 + ix'_4}, \quad X_2 = -\frac{x'_1}{x'_3 + ix'_4}, \quad X_3 = \frac{i}{x'_3 + ix'_4}.$$

ÉLECTIONS.

MM. **L. Guignard, G. Lemoine, A.-Th. Schlœsing** sont élus Membres du *Conseil supérieur des stations agronomiques et des laboratoires agricoles*.

MM. **J. Violle** et **R. Bourgeois** sont élus Membres du *Comité consultatif de l'Office national météorologique* au Sous-Secrétariat d'État de l'Aéronautique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Fritz Sarasin et Jean Roux, *Nova Caledonia. Recherches scientifiques en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyalty : B. Botanique.* Rédaction Hans Schinz et A. Guillaumin, vol. I, Livre II. (Présenté par le Prince Bonaparte.)

2° *Contribution à l'état des relations existant entre les circulations atmosphériques, l'électricité atmosphérique et le magnétisme terrestre,* par Alfred Vialay. (Présenté par M. G. Lemoine.)

3° *Notice sur les titres et travaux scientifiques de* Paul Lévy. (Présenté par M. Hadamard.)

4° *Éléments d'électrotechnique générale*, par E. Barré. (Présenté par M. A. Blondel.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions ayant un nombre fini ou infini de branches.* Note de M. **Théodore Varopoulos**, présentée par M. Hadamard.

1. Cette Note fait la suite de ma Communication précédente [1]; je me propose de faire connaître ici d'autres résultats, qui n'avaient pas de place dans mes Notes antérieures.

Théorème I. — *Une transcendante algébroïde $u = \varphi(z)$ quelconque à ν branches satisfaisant à une équation de la forme*

$$u^\nu + A_1(z)u^{\nu-1} + A_2(z)u^{\nu-2} + \ldots + A_{\nu-1}(z)u + A_\nu(z) = 0,$$

où $A_i(z)$ désignent des fonctions entières et où il n'y a aucune relation de la forme

$$c_1 A_1(z) + c_2 A_2(z) + \ldots + c_\nu A_\nu(z) = c \qquad (c, c_1, c_2, \ldots, c_\nu \text{ étant des constantes}),$$

prend dans le domaine de l'infini toutes les valeurs, sauf peut-être $\nu + 1$, l'infini compris.

(1) *Comptes rendus*, t. **171**, 1920, p. 1368.

Ou encore :

L'exposant de convergence de la suite des zéros de l'équation $q = \varphi(z)$ (*où q n'est pas une valeur exceptionnelle*) *ne saurait être inférieur à l'ordre de la transcendante algébroïde* $u = \varphi(z)$ *pour plus de* $\nu + 1$ *valeurs de la constante q.*

2. Le théorème I s'étend encore à d'autres fonctions $u = \varphi(z)$ plus générales, définies par une équation de la forme suivante :

$$z\,F(z, u) + u^{\nu} + A_1(z)u^{\nu-1} + \ldots + A_{\nu-1}(z)u + A_{\nu}(z) = 0,$$
$$f(z, u) + A_1(z)u^{\nu-1} + A_2(z)u^{\nu-2} + \ldots + A_{\nu-1}(z)u + A_{\nu}(z) = 0,$$

$F(z, u)$ étant une fonction uniforme quelconque de u et entière en z avec un ordre de grandeur inférieur au plus grand $e^{M(r)}$ des ordres de grandeur des fonctions entières

$$A_i(z) \quad (i = 1, 2, \ldots, \nu) \qquad \text{et} \qquad f(z, u) = \sum_1^{\lambda} a_i(u)\,\mu_i(z),$$

les $\mu_i(z)$ ayant un ordre de grandeur toujours inférieur à $e^{M(r)}$ $(r = |z|)$, λ désigne un entier quelconque et les $a_i(u)$ des fonctions uniformes quelconques de u.

Nous supposons toujours qu'il n'y a aucune relation de la forme

$$(\theta) \qquad c_1 A_1(z) + c_2 A_2(z) + \ldots + c_{\nu} A_{\nu}(z) = C.$$

3. Soit $z = \Psi(u)$ la fonction inverse de $u = \varphi(z)$. Nous avons le théorème suivant :

Le nombre des points critiques d'ordre (¹) *différent de zéro de la fonction* $z = \Psi(u)$ *ne dépasse jamais* $\nu + 1$, *l'infini compris.*

4. Soit une équation différentielle de la forme suivante

$$(\theta) \quad A_{\mu}(z) + A_{\mu-1}(z)u + \ldots + A_1(z)u^{\mu-1} + u^{\mu} + z\,\Phi(u, u', u'', \ldots, u^{(n)}) = 0,$$

et désignons par $e^{M(r)}$ le plus grand des ordres de grandeur des fonctions entières $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_{\mu}(z)$ entre lesquelles il n'y a aucune relation de la forme (θ).

Considérons une intégrale $u = q(z)$ de notre équation différentielle (¹) qui satisfait encore à d'autres équations

$$u' = h_1(u), \qquad u'' = h_2(u), \qquad u''' = h_3(u), \qquad \ldots, \qquad u^{(n)} = h_n(u),$$
$$\Phi(u, u', u'', u''', \ldots, u^{(n)}) = F(u),$$

(¹) G. Rémoundos, *Sur les points critiques transcendants* (*Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*, 2ᵉ série, t. 9).

où les fonctions $h_1(u)$, $h_2(u)$, ..., $h_n(u)$, $F(u)$ sont bien déterminées pour chaque intégrale $u = q(z)$.

Si l'équation

$$A_\mu(z) + A_{\mu-1}(z)u + \ldots + A_1(z)u^{\mu-1} + u^\mu + z F(u) = 0,$$

qui sera bien satisfaite par l'intégrale $u = q(z)$, est *irréductible* (c'est-à-dire ne définit qu'une fonction unique), nous aurons le théorème suivant :

Pour toute intégrale $u = q(z)$ de l'équation différentielle ([1]), *le nombre des valeurs de u exceptionnelles non parfaites* (d'après la terminologie de M. Rémoundos) *est égal au plus à* μ, *l'infini non compris.*

J'entends par là que :

L'équation $u = q(z)$ n'admet pas un nombre fini de racines pour plus de μ valeurs finies de u.

Ou encore plus précisément :

La densité des racines de l'équation $u = q(z)$ ne saurait être inférieure à celle qui convient à une fonction entière d'ordre de grandeur $e^{M(r)}$ pour plus de μ valeurs de u (l'infini non compris).

MÉCANIQUE. — *Essai, à l'emboutissage, des tôles minces.* Note de M. **Charles Frémont**, présentée par M. Léon Lecornu.

Les essais de traction et de flexion des tôles minces présentent certaines difficultés d'exécution, aussi beaucoup de praticiens préfèrent-ils effectuer les essais des tôles, de 3^{mm} d'épaisseur et au-dessous, par emboutissage statique.

Dans cet essai, un poinçon, de forme et de dimensions déterminées, emboutit l'éprouvette de tôle et l'opérateur mesure *la flèche d'emboutissage au moment de la rupture de la calotte.*

Mais ce moment de la rupture de la calotte n'est pas précis, et, en outre, il peut être choisi à des degrés différents, suivant l'usage auquel est destinée la tôle essayée.

Une tôle destinée à être utilisée pour sa raideur doit travailler sans se déformer d'une manière permanente, c'est donc sa limite d'élasticité ou, plus pratiquement, *le début de la fissuration* à l'emboutissage qu'il importe de mesurer, tandis que pour une tôle destinée à être utilisée pour sa résistance vive c'est la *quantité de travail* nécessaire pour effectuer la perforation complète de l'éprouvette qu'il importe de mesurer.

Pour me renseigner sur la grandeur croissante de la flèche pendant la rupture graduée de la calotte emboutie, j'ai pris une bande d'aluminium de 2^{mm} d'épaisseur et je l'ai emboutie avec un poinçon à extrémité sphérique de 10^{mm} de diamètre et une matrice de 16^{mm} de diamètre.

La figure 1 représente le diagramme de cet emboutissage statique.

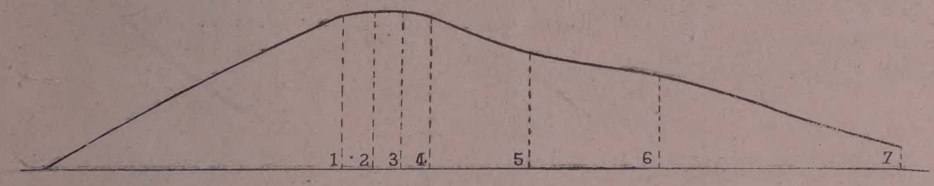


Fig. 1. — Diagramme de sept emboutissages successifs à flèche croissante.

J'ai ensuite effectué dans les mêmes conditions d'exécution, des emboutissages à flèche croissante, en me guidant sur le diagramme précédent pour arrêter l'opération à chacun des points singuliers, c'est-à-dire aux inflexions de la courbe.

La figure 2 est la photographie de ces emboutissages successifs, au nombre de sept, vus du côté de la proue.

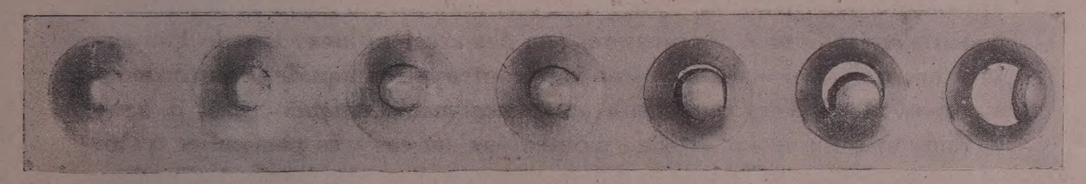


Fig. 2. — Vue des proues de sept emboutissages successifs à flèche croissante.

On voit que les quatre premières proues sont seulement fissurées, elles correspondent à des flèches d'emboutissage de 3^{mm} à 4^{mm} de profondeur; les trois autres proues sont partiellement rompues sous des flèches variant de 4^{mm} à 9^{mm} de profondeur.

Un agent réceptionnaire, chargé de relever dans cet essai la flèche d'emboutissage au moment de la rupture de la calotte, pourra choisir une flèche quelconque comprise entre 3^{mm} et 9^{mm}. Pour éviter cette imprécision, il faut donc, au cahier des charges, imposer l'enregistrement du diagramme et limiter l'emboutissage au point 1, c'est-à-dire à la première inflexion de la courbe, pour les tôles utilisées pour leur raideur.

Pour les tôles utilisées pour leur résistance vive, il est plus pratique d'effectuer l'essai d'emboutissage au choc, avec le poinçon et la matrice

servant à l'emboutissage statique, et de mesurer la quantité de travail dépensée pour transpercer l'éprouvette de tôle mince.

C'est ainsi que j'ai trouvé par cette nouvelle méthode d'essai dynamique de tôles minces :

			Dépense de travail.
	mm		kg
Pour une tôle d'acier de..........	1	d'épaisseur.....	4
»	1,54	»	5,5
»	2	»	10
Pour une tôle de cuivre rouge de...	1	»	5
» de laiton de.........	1,53	»	7
» d'aluminium de.....	2	»	3,5

Pour les tôles d'acier de 1^{mm} d'épaisseur ayant servi à la confection des casques de soldats, j'ai trouvé 14^{kg} pour des tôles de casques anglais et 7^{kg} pour des tôles de casques français.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur l'écoulement initial d'un liquide par un orifice brusquement ouvert.* Note de M. **Henri Villat**.

A la suite de la publication d'un Mémoire de M. Signorini (*Rendiconti di Palermo*, t. 41, 1916), M. Langevin a fait connaître la façon de déterminer la distribution initiale des pressions (ou des accélérations) lors de l'ouverture brusque d'un orifice dans un vase contenant un liquide primitivement au repos. M. H. Vergne (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1920, p. 220) a, dans un intéressant article, montré sur un cas très particulier qu'au début de l'écoulement tout le débit était fourni par les bords de l'orifice. Comme le phénomène intervient pour expliquer la production des anneaux de fumée (ou de liquide) dans des expériences classiques, il n'est pas sans intérêt de préciser les conditions dans lesquelles ce résultat reste exact.

Plaçons-nous d'abord avec M. Vergne dans le cas de deux dimensions. Soient : μ_1 la portion de paroi brusquement supprimée sur le profil $\lambda_1 + \mu_1 + \lambda_2$; μ_2 la surface libre, et y l'ordonnée d'un point de μ_1 par rapport à μ_2. Transformons le domaine du plan $z = x + iy$ qui nous occupe en un rectangle d'un nouveau plan Z dont les côtés correspondent à μ_1, λ_2, μ_2, λ_1. L'application d'une formule générale de mon Mémoire (*Acta mathematica*, t. 40, p. 101-178) permet de mettre la fonction $\varpi (= p + gy)$ de M. Langevin sous la forme

$$\varpi + i\varpi' = \frac{i}{\pi}\int_0^{\omega_1} \Phi(t)\,[\zeta(Z-t) + \zeta(Z+t)]\,dt + \frac{2a\eta_3}{\pi}Z$$

avec la condition

$$\int_0^{\omega_1} \Phi(t)\,dt = \frac{a\,\omega_3}{i}.$$

$\Phi(X)$ n'est autre que la fonction gy exprimée au moyen de la variable X, sur le bord inférieur du rectangle dans le plan Z.

D'autre part, un procédé de transformation, analogue à celui que j'ai donné (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1368) pour des domaines à connexion double, prouve que la correspondance entre les plans z et Z entraîne une égalité de la forme

$$\frac{dz}{dZ} = e^{-2i\eta_3 Z}\, e^{-\frac{1}{\pi}\int_0^{\omega_1} F(t)[\zeta(Z-t)+\zeta(Z+t)]\,dt + \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\omega_3}{i}} G_1(t)[\zeta_1(Z-it)+\zeta_1(Z+it)]\,dt - \frac{1}{\pi}\int_0^{\frac{\omega_3}{i}} G_3(t)[\zeta(Z-it)+\zeta(Z+it)]\,dt}.$$

Un bord A de l'orifice du plan z correspond à $Z = 0$. En ce point les fonctions $F(t)$ et $G_3(t)$ sont égales aux angles φ_1 et φ_0 que font avec l'horizon les tangentes en A à λ_1 et μ_1 (orientées dans le sens direct). On peut conclure de là que, au voisinage de $Z = 0$, $\frac{dz}{dZ}$ se comporte comme $CZ^{1-2\frac{\varphi_1-\varphi_0}{\pi}}$.

Si u' et v' sont les composantes de l'accélération, on déduira de ce qui précède

$$u' - iv' = (P + iQ)\frac{dZ}{dz}.$$

Lorsque le point considéré se rapproche du bord A, les formules ci-dessus permettent de montrer que P tend vers $-\Phi'(+0)$, et que Q ne diffère de $-\frac{2\Phi'(+0)}{\pi}\log X$ que d'une quantité finie.

D'où une discussion facile à faire ensuite, et d'où, en supposant, pour fixer les idées, que $\Phi'(+0)$ existe et soit finie, il résulte que pour $\varphi_1 - \varphi_0 < \frac{\pi}{2}$, u' (en général) et v' (toujours) deviennent infinis au bord A ; au contraire, ils sont nuls si $\varphi_1 - \varphi_0 > \frac{\pi}{2}$. Le cas intermédiaire $\varphi_1 - \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$ peut comporter diverses circonstances dont on trouvera ailleurs le détail.

Par exemple, si le vase est à fond horizontal avec des bords faisant de part et d'autre l'angle α avec l'horizon, on trouve, en désignant par Z_2 et Z' de nouvelles variables, et par a, b, c, p, q, cinq constantes :

$$\varpi + i\varpi' = \frac{2\eta_3 a}{\pi} Z',$$

$$\frac{dz}{dZ_1} = -p^2 \times (Z_1^2 - c^2)^{\frac{\alpha}{\pi}-1}(Z_1^2 - b^2)^{-\frac{\alpha}{\pi}}; \qquad Z_1 = a\,\mathrm{S}n(Z' \mid 2\omega_1, \omega_3),$$

$$u' - iv' = \frac{iq^2}{a}\,\frac{(a^2 \mathrm{S}n^2 Z' - b^2)^{\frac{\alpha}{\pi}}}{(k^2 \mathrm{S}n^2 Z' - 1)^{\frac{\alpha}{\pi}-1}\,\mathrm{C}n Z'\,\mathrm{D}n Z'}.$$

En un bord ($Z' = 2\omega$, par exemple) on voit que l'accélération devient infinie. Il y a exception, si la portion détachée du fond est le fond tout entier ($a = b$), alors l'accélération devient infinie pour $\alpha < \frac{\pi}{2}$, nulle pour $\alpha > \frac{\pi}{2}$, et elle reste finie pour $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Ceci est conforme aux résultats généraux ci-dessus. C'est seulement si u' et v' sont infinis que tout le débit initial proviendra des bords.

La théorie se généralise au cas de trois dimensions, auquel cas on peut traiter explicitement divers exemples particuliers.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la variation du pouvoir rotatoire de l'acide tartrique.* Note (1) de M. R. de Mallemann, présentée par M. Haller.

I. On sait que l'addition aux solutions aqueuses d'acide tartrique droit de certains composés minéraux dérivant en général d'acides *faibles* (acides borique, antimonique, arsénique, molybdique, tungstique, etc.) (2) *augmente* le pouvoir rotatoire de ces solutions dans une mesure considérable.

Un récent travail de Darmois (3) montre que cette variation doit être attribuée à une action chimique, introduisant dans la solution un composé défini à pouvoir rotatoire élevé.

Nous avons signalé, dans une Note précédente (4), une modification du pouvoir rotatoire de l'acide tartrique qui semble d'un genre nettement différent.

a. Contrairement aux observations que nous venons de rappeler, le pouvoir rotatoire *diminue* d'abord, puis change de signe.

b. La *dispersion* paraît suivre une loi caractéristique, qui relie les variations observées par addition de toute une série de sels métalliques.

En permutant dans cette série les différents éléments constitutifs de chaque sel, on semble n'agir que sur l'*intensité* du phénomène et non sur sa nature spécifique.

Les groupes de corps rappelés au début ne présentent absolument rien d'analogue.

---

(1) Séance du 27 décembre 1920.

(2) Biot, *Annales de Chimie et de Physique*, 1844, 1850, 1860. — Gernez, *Comptes rendus*, t. 104 à 112.

(3) E. Darmois, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 349.

(4) Mallemann, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 95.

Les faits que nous signalons se rapprochent par contre des variations observées dans les solutions aqueuses d'acide tartrique pur, *de concentrations différentes*, ou dans les solutions de cet acide réalisées au moyen de mélanges de certains liquides organiques.

Toutefois, dans le cas actuel, les variations peuvent devenir beaucoup plus importantes.

II. Nous compléterons aujourd'hui nos résultats relatifs à $CaCl^2$ en donnant à titre de comparaison quelques valeurs correspondant à l'action d'un certain nombre de solutions salines de nature différente.

Nature du sel.	Conc. °/₀ en volume		$[\alpha]_{578}$ des solutions d'ac. tartr. pur (même conc.).	Température.	$[\alpha]_\lambda$ (raies du Hg) rapportés à l'acide.			
	en sel.	en acide tartrique.			$0^\mu,578$.	$0^\mu,546$.	$0^\mu,492$.	$0^\mu,436$.
$NaCl$	24,8	39,1	+ 9°,1	17°	− 3°,2	− 4°,4	− 8°,0	−17°,5
$CaCl^2$	42,7	30,2	+10,2	»	−42,5	−49,0	−64,9	−95,0
$SrCl^2$	41	25,8	+10,9	19	−16,3	−19,4	−27,1	−43,2
$BaCl^2$	28	47,0	+ 8,2	17	−11,2	−13,5	−19,0	−33,8
$MgCl^2$	25	19,1	+11,9	»	+ 7,4	+ 7,5	+ 6,8	+ 3,8
$ZnCl^2$	22	24,4	+11,0	18	+ 9,6	+ 9,9	+ 9,9	+ 8,0
$Na(NO^3)$	36	21,8	+11,3	18	+ 0,2	− 6,6	− 3,0	−10,5
$Ca(NO^3)^2$	40	21,8	»	20	−14,0	−17,0	−24,1	−38,9
$Sr(NO^3)^2$	32	21,8	»	»	− 5,4	− 7,0	−12,0	−22,5
$Ba(NO^3)^2$	8	21,8	»	18	+ 5,2	+ 4,9	+ 3,7	− 1,0

Nous avons constaté des variations du même genre pour un certain nombre d'autres sels.

Nous mentionnerons encore l'action de KCl, $LiCl$, NH^4Cl : le phénomène se complique alors par suite de la précipitation d'une certaine quantité de tartrate acide.

Les rotations restent toutes droites pour KCl et $LiCl$: dans le cas de NH^4Cl, la courbe de dispersion coupe l'axe des abscisses; les rotations sont gauches dans le bleu.

Le Tableau précédent indique d'une manière générale (bien que les concentrations n'y soient pas comparables) l'*ordre* dans lequel se rangent les différents sels au point de vue de leur *maximum* d'effet respectif.

L'ensemble de nos mesures nous a permis de dégager les faits suivants :

a. Pour les concentrations égales ([1]) ce sont les métaux alcalino-terreux qui donnent l'abaissement le plus grand : cet effet croît très fortement quand

---

([1]) L'effet dépend naturellement de la solubilité du sel considéré : si la saturation a lieu pour des concentrations très différentes, l'ordre général correspondant à l'effet maximum peut subir des inversions, comme c'est le cas par exemple pour NO^3Na et $(NO^3)^2Ba$.

on passe des métaux alcalins au Ca [1] puis il décroît en correspondance avec l'ordre de classification naturel : Ca, Sr, Ba, Mg, Zn.

Il est plus grand pour les chlorures que pour les nitrates et les sulfates solubles.

b. L'effet croît avec la concentration du sel et de l'acide tartrique : il croît aussi avec la valeur du rapport $\frac{\text{sel}}{\text{acide}}$, mais semble alors passer par un maximum.

c. Un accroissement de température modifie l'effet dans le sens qui correspondrait à une dilution.

III. Le tracé des courbes de dispersion est particulièrement instructif; le faisceau ainsi constitué jouit sensiblement de la propriété suivante :

Une courbe quelconque divise les ordonnées comprises entre deux courbes fixes dans un rapport constant [2].

On sait que cette relation énoncée pour la première fois par Darmois [3] caractérise les mélanges en proportions variables de deux corps actifs.

On remarque, en outre, que les courbes de dispersion de l'acide tartrique *pur* [4] se rattachent exactement au faisceau précédent.

Il semble qu'une cause analogue détermine les variations du pouvoir rotatoire dans les deux cas.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réactions réversibles de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer.* Note [5] de M. **Georges Chaudron**, présentée par M. H. Le Chatelier.

D'après Moissan [6], la réduction du sesquioxyde de fer par l'oxyde de carbone donne successivement les différents oxydes :

$$3Fe^2O^3 + CO = 2Fe^3O^4 + CO^2,$$
$$Fe^3O^4 + CO \rightleftharpoons 3FeO + CO^2,$$
$$FeO + CO \rightleftharpoons Fe + CO^2.$$

---

(1) L'importance de l'effet dû à $CaCl^2$ permet de reconnaître des traces de ce corps dans les solutions *concentrées* d'acide tartrique.

(2) L'approximation à tolérer ne dépasse jamais les limites imposées par les erreurs d'expérience.

(3) E. Darmois, *Ann. Ch. Ph.*, t. **22**, 1911.

(4) Le groupement des courbes de dispersion rotatoire de l'acide tartrique *pur* suivant un réseau de Darmois a déjà été signalé par Bruhat (*Thèse*, Paris, 1914).

(5) Séance du 10 janvier 1921.

(6) *Ann. Ph. et Ch.*, 5e série, t. **21**, 1880, p. 199.

Les deux dernières réactions sont limitées par l'oxydation du fer et de l'oxyde ferreux par l'anhydride carbonique.

A l'équilibre pour une température donnée, la composition de la phase gazeuse est déterminée. Baur et Glassner [1] ont mesuré ces équilibres à différentes températures entre 300° et 1000°.

Nous avons repris cette étude avec un dispositif permettant l'emploi de la méthode interférentielle pour l'analyse du mélange gazeux.

L'appareil est monté de façon à faire parcourir aux gaz un circuit comprenant : le tube laboratoire placé dans un four électrique à résistance, la cuve d'un réfractomètre et une chute de mercure assurant la circulation. On peut donc suivre à chaque instant l'établissement de l'équilibre; en outre, ce brassage de la phase gazeuse augmente les vitesses de réaction.

Au début des expériences, un poids connu d'oxyde ferrique est placé dans l'appareil, et nous introduisons successivement des volumes connus d'oxyde de carbone; après chaque réduction, l'équilibre étant obtenu, nous mesurons à différentes températures la composition de la phase gazeuse; le volume d'oxyde de carbone nous donne la composition du mélange des deux phases solides définissant le système étudié.

Nous avons trouvé ainsi, au-dessous de 580°, un seul système correspondant à l'équation

(I) $$Fe^3O^4 + 4CO \rightleftharpoons 4CO^2 + 3Fe.$$

Au-dessus de 580°, il y a deux équilibres avant d'arriver au fer :

(II) $$Fe^3O^4 + CO \rightleftharpoons 3FeO + CO^2,$$
(III) $$FeO + CO \rightleftharpoons Fe + CO^2.$$

Le diagramme ci-dessus, résumant nos mesures, est formé de trois branches de courbes correspondant à ces systèmes.

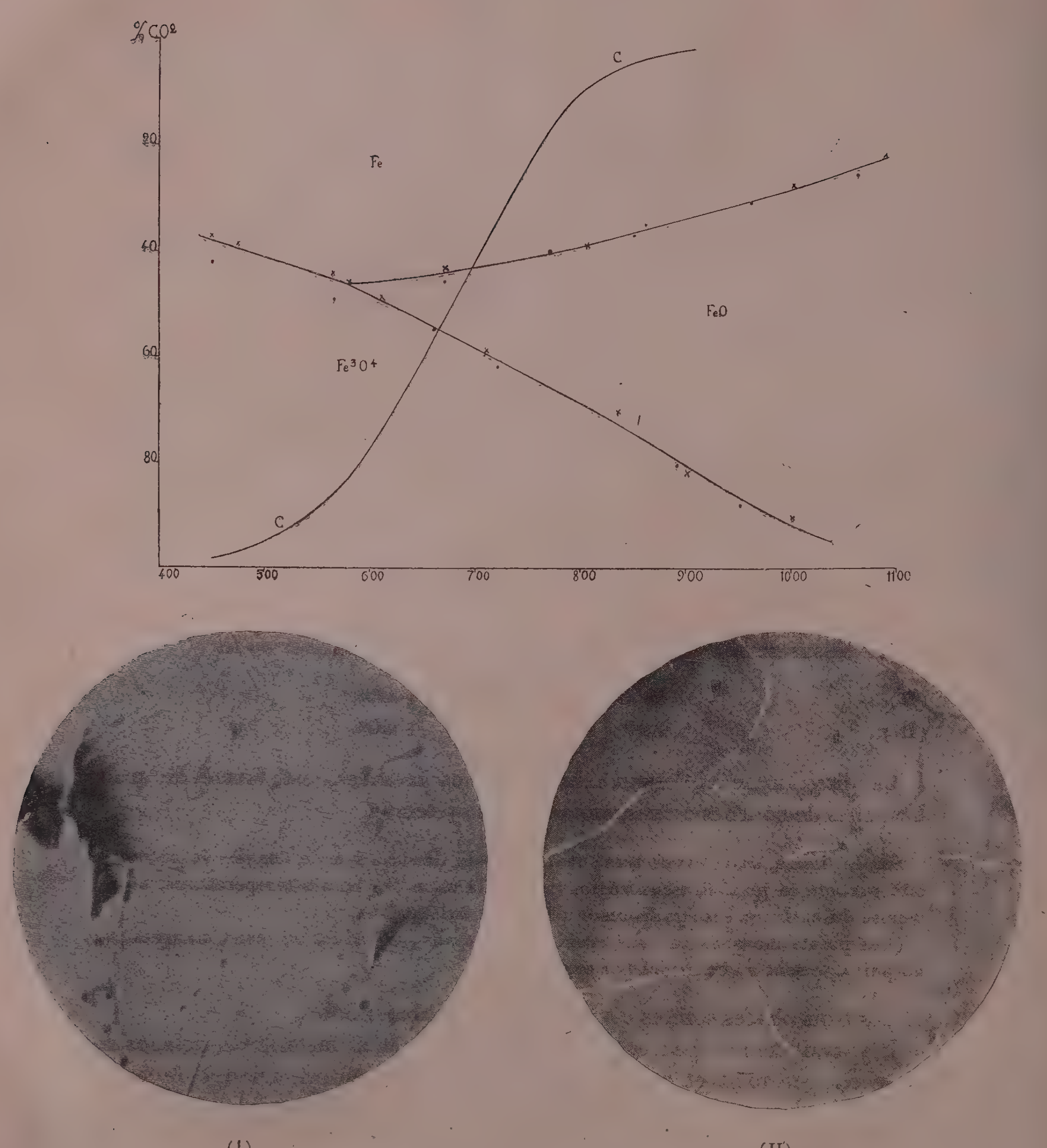
Sur la figure, nous avons tracé la courbe de dissociation de l'oxyde de carbone; elle partage le plan en deux régions; dans la zone des basses températures, où se dépose du carbone, les équilibres étudiés sont métastables.

(Les points marqués par une croix sont obtenus par réduction; ceux marqués par un point, le sont au contraire par oxydation.)

Les trois phases solides coexistent en équilibre à 580°.

Il y avait lieu de penser que l'oxyde ferreux était instable au-dessous de cette température, et qu'il devait se transformer en un mélange de fer et

(1) *Z. f. Ph. Ch.*, t. 43, 1903, p. 354.



Ces photographies sont prises (I) sur l'oxyde ferreux fondu, (II) après le recuit.

d'oxyde magnétique conformément à la réaction

$$4FeO \rightleftharpoons Fe^3O^4 + Fe.$$

Nous avons pu constater directement cette transformation qui est réversible.

Dans une première série d'essais, nous sommes parti d'oxyde ferreux préparé en fondant un barreau d'acier au chalumeau oxhydrique; la masse fondue est composée en majeure partie d'oxyde ferreux; après sept jours de recuit à 500° dans un tube scellé, nous avons obtenu une substance attirable à l'aimant, donnant dans une solution de sulfate de cuivre un dépôt métallique; enfin, l'examen micrographique d'une surface polie est encore plus suggestif; après le recuit, on voit apparaître un réseau formé de lamelles brillantes de fer. Inversement, toutes ces propriétés disparaissent après avoir maintenu cet échantillon pendant quatre heures à 800°.

D'autres essais, effectués sur de l'oxyde ferreux préparé à 900° par la méthode de Debray, ont donné des résultats aussi concluants que les précédents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Décomposition catalytique des acides chloracétiques.* Note de M. J.-B. **Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

La décomposition catalytique des acides organiques RCO^2H se fait, comme je l'ai montré [1], suivant l'équation

$$(1) \qquad 2RCO.OH = H^2O + CO^2 + \underset{\text{Cétone.}}{RCOR}.$$

En est-il de même pour les acides organiques halogénés? L'acide monochloracétique, par exemple, donne-t-il la dichloracétone symétrique, suivant l'équation

$$(2) \qquad 2CH^2ClCO.OH = H^2O + CO^2 + CH^2Cl.CO.CH^2Cl.$$

C'est ce que je me suis proposé d'examiner, en commençant par les acides chloracétiques sur lesquels j'ai fait agir trois catalyseurs d'activité bien différente vis-à-vis des acides organiques : la *thorine*, le *kaolin* et le *noir animal*.

---

[1] *Ann. Chim. Phys.*, février 1913.

Thorine. — La thorine est, avec la *zircone*, le meilleur catalyseur des acides organiques. Elle transforme l'acide acétique en propanone dès la température de 235° (température de l'intérieur du tube), avec 96 pour 100 de CO^2, ce qui correspond presque théoriquement à l'équation

$$(3)\qquad 2CH^3CO.OH = H^2O + CO^2 + CH^3.CO.CH^3.$$

Avec l'acide *monochloracétique*, la décomposition commence à 220°, mais elle ne répond nullement à l'équation (2). Il se dégage en effet d'abondantes fumées de HCl que l'on absorbe dans un flacon laveur, à la suite duquel on recueille les gaz qui ont comme composition :

	Température.		
	250°.	310°.	340°.
Gaz carbonique	38,2	40	40,6
Oxyde de carbone	61,2	59,2	58,6
Résidu	0,6	0,8	0,8
	100,0	100,0	100,0

Le liquide recueilli ne renfermait ni chloracétone, ni chlorures de carbone, mais simplement une solution aqueuse de HCl mêlée d'une petite quantité de chlorure d'éthylène. La thorine s'était fortement charbonnée.

L'acide monochloracétique se décompose donc sous l'influence de la thorine en HCl, CO^2, CO et carbone qui se dépose.

Avec l'acide *trichloracétique*, la décomposition par la thorine se fait déjà à 210°. L'analyse du gaz a donné :

	Température.	
	260°.	320°.
Oxychlorure de carbone	1,5	1,8
Gaz carbonique	63,8	64,4
Oxyde de carbone	33,5	32,8
Résidu	1,2	1
Total	100,0	100,0

Le liquide recueilli tient en dissolution de l'acide chlorhydrique et est un mélange de chloroforme, $CHCl^3$, qui bout à 60°-63°, d'éthylène perchloré, C^2Cl^4, qui bout à 118°-120°, avec un peu d'éthane perchloré, C^2Cl^6, cristaux d'odeur camphrée, fusibles vers 180° et sublimables bien au-dessous de cette température.

La formation de ces corps peut se tirer des réactions suivantes :

(4) $CCl^3.CO^2H = CHCl^3 + CO^2$,

(5) $2CCl^3CO^2H = C^2Cl^4 + 2HCl + 2CO^2$,

(6) $2CCl^3CO^2H = C^2Cl^6 + H^2O + CO^2 + CO$.

La thorine se charbonne légèrement durant l'opération.

KAOLIN. — Le kaolin est un des catalyseurs les plus médiocres des acides organiques. Il ne commence à agir sur l'acide acétique que vers 350°, avec un rendement en propanone correspondant aux 54 pour 100 de gaz carbonique que renferme le gaz dégagé.

Vis-à-vis des acides chloracétiques, l'activité du kaolin se relève et se rapproche de celle de la thorine. Le kaolin, en effet, décompose l'acide monochloracétique vers 250° et l'acide trichloracétique vers 230°, en donnant sensiblement les mêmes produits liquides et gazeux que la thorine.

NOIR ANIMAL. — Ainsi qu'il résulte d'expériences faites en commun avec M. Aboulenc, le noir animal, soigneusement lavé à l'acide ou provenant du sang calciné, exerce sur l'acide acétique une action très différente de celle du kaolin et surtout de la thorine ([1]). Avec l'acide *monochloracétique*, au contraire, le noir animal se comporte comme ces deux catalyseurs, soit au point de vue de la température de la réaction, soit au point de vue des produits.

Il n'en est plus de même pour l'acide *trichloracétique* que la thorine et le kaolin décomposent en produits complexes, tandis que le noir animal le transforme presque exclusivement en chloroforme. La réaction commence vers 230° et se poursuit régulièrement jusqu'à 300° comme le montre le Tableau.

	Température.		
	250°.	270°.	300°.
Gaz carbonique	86,5	85,8	85,2
Oxyde de carbone	12,5	13,2	13,8
Résidu	1	1	1
	100,0	100,0	100,0

La proportion de CO^2, qui était de 64 pour 100 avec le kaolin et la thorine, monte à 86 pour 100 avec le noir animal.

Le liquide recueilli renfermait 85 pour 100 de chloroforme, le reste étant un mélange de C^2Cl^4, C^2Cl^6 avec du HCl dissous.

([1]) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 1064.

La réaction de beaucoup prépondérante est donc

$$CCl^3CO^2H = CHCl^3 + CO^2.$$

On pouvait espérer que le chloral CCl^3COH donnerait également du chloroforme par perte de CO ; j'ai constaté qu'avec le noir animal comme avec la thorine, il subit une tout autre décomposition.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux homologues du sulfure d'éthylène : le thiopropane-1.2 et le thiobutane-1.2.* Note de MM. **Marcel Delépine** et **Pierre Jaffeux**, présentée par M. A. Haller.

Les quelques recherches entreprises pour préparer les homologues du sulfure d'éthylène n'ont jamais fourni jusqu'ici que des masses amorphes de condensation inconnue, qui, bien qu'appelées des noms correspondants (sulfures de propylène, d'amylène), ne représentent nullement des dérivés sulfurés simples. Il nous a donc semblé intéressant de préparer au moins quelques-uns des véritables homologues du sulfure d'éthylène, ne fût-ce que pour établir plus amplement l'existence des combinaisons à chaîne hétérocyclique formée de deux atomes de carbone et d'un de soufre ; cela devait aussi permettre quelques comparaisons avec les termes isomères à chaînes carbonées plus longues.

Nous avons réalisé ces préparations en généralisant la réaction précédemment employée [1] : action du sulfure neutre de sodium (contenant un peu de sulfhydrate) sur le chlorosulfocyanate ou le disulfocyanate de propylène et le bromosulfocyanate ou le disulfocyanate de butylène, dérivés des carbures dihalogénés en 1.2.

Sans entrer dans aucun des détails qu'on trouvera ailleurs, nous indiquerons seulement le chemin suivi pour n'avoir que des produits de constitution connue.

Pour le sulfure de propylène, nous sommes partis d'alcool propylique normal; déshydraté par catalyse, celui-ci a fourni du propylène que nous avons transformé en bibromure; ce dernier a été ensuite changé en disulfocyanate qui a été traité par le sulfure de sodium. Une autre partie de notre propylène a été changée en chlorobromures $CH^3.CHCl.CH^2Br$ et $CH^3.CHBr.CH^2Cl$, et ceux-ci, en chorosulfocyanate et disulfocyanate, l'un et l'autre transformables en sulfure de propylène.

Pour le sulfure de butylène, on est parti de l'alcool butylique normal pur qu'il est aujourd'hui facile de se procurer; on ne l'a pas transformé en butylène par catalyse, cette réaction donnant un mélange.

---

(1) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 36.

On l'a éthérifié par l'acide bromhydrique en bromure de butyle normal; une partie de celui-ci a été changée en butylène-1.2 par la potasse alcoolique (rendements très faibles), puis en bibromure par le brome. Une autre partie a été bromée au soleil, suivant les indications de Reboul [1]; le bibromobuthane-1.2 a été, enfin, changé par action d'une molécule de sulfocyanate en un mélange de bromosulfocyanate et de disulfocyanate séparables par distillation dans le vide; avec deux molécules, on n'a que du disulfocyanate. Bromosulfocyanate et disulfocyanate, traités par le sulfure de sodium, donnent le sulfure de butylène.

Toutes ces opérations sont séparément assez faciles à exécuter, mais le rendement final est faible. Par exemple, 1^{kg} de bromure de butyle, mis en œuvre en passant par la réaction de Reboul, fournit une vingtaine de grammes de sulfure de butylène brut; il est vrai qu'une partie du bromure de butyle est récupérée.

Le sulfure de propylène ou thiopropane-1.2 et le sulfure de butylène normal ou thiobutane-1.2 sont des liquides parfaitement incolores, mobiles, d'odeur spéciale, forte, non alliacée, rappelant celle du sulfure d'éthylène, insolubles dans l'eau, miscibles aux solvants organiques.

Le Tableau ci-dessous indique les principales constantes de ces corps, y compris celles du sulfure d'éthylène, ainsi que celles des isomères à chaîne carbonée plus longue décrits par M. Grichkévitch-Trokhimovsky :

		Ébul.	D_4^0.	N_D.	RM_D.	Réfr. pour S.
I.	$CH^2.CH^2$ (—S—)	55°-56°	1,035	$1,491_{18°}$	17,16	7,93
II.	$CH^2.CH.CH^3$ (—S—)	75-77	0,964	$1,473_{19°}$	21,97	8,11
III.	$CH^2.CH.CH^2.CH^3$ (—S—)	104-105	0,944	$1,475_{15°}$	26,64	8,16
IV.	$CH^2.CH^2.CH^2$ (—S—)	94	1,051	$1,506_{23°}$	21,44	7,58
V.	$CH^2.CH^2.CH.CH^3$ (—S—)	106	0,977	$1,483_{20°}$	26,35	7,87
VI.	$CH^2.CH^2.CH^2.CH^2$ (—S—)	118	0,979	$1,487_{18°}$	26,35	7,87

Ce Tableau montre manifestement la volatilité plus grande des thio-dérivés-1.2, ainsi que leur densité plus faible, de beaucoup, comme si l'attraction moindre du soufre pour deux atomes de carbone contigus provoquait un moindre resserrement; ce qui fait que, bien que la réfringence soit plus faible, la réfraction moléculaire arrive néanmoins à un chiffre élevé, qui est même supérieur à celui des dérivés tri et tétraméthyléniques.

(1) E. Reboul, *Comptes rendus*, t. 113, 1891, p. 589.

Les réactifs exercent sur les sulfures de propylène et de butylène des actions qui semblent plus douces que sur le sulfure d'éthylène. L'acide sulfurique forme une gelée transparente; l'acide chlorhydrique semble se combiner; l'acide acétique ne polymérise pas; l'acide nitrique oxyde; l'ammoniaque et les alcalis concentrés forment peu à peu des masses visqueuses, etc. Les sels des métaux lourds (argent, mercure, or, platine) forment des précipités. L'iodure de méthyle engendre des combinaisons peu stables. La pyridine brunit à leur contact, comme avec le sulfure d'éthylène, mais sans former de masse solide.

Les deux sulfures préparés depuis 6 mois ne semblent pas encore s'être polymérisés, ce qui indique évidemment que c'est le premier terme de la série des sulfures d'éthylène qui est le plus instable.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide cyanique par oxydation de la formamide et de l'acide oxamique.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

1. Dans l'oxydation des substances organiques, en milieu ammoniacal, on a souvent constaté la présence de l'acide oxamique et, aussi, mais plus rarement, celle de la formamide.

L'acide oxamique se forme, en effet, lorsqu'on oxyde : le glycocolle [Engel (1), Drechsel (2), Halsey (3)]; les acides aminés, l'albumine (Halsey); la gélatine (Kutscher et ses élèves) (4); le glucose, la glycérine, les acides-alcools dissous dans l'ammoniaque (Halsey).

La formamide a été obtenue par l'action de MnO^4K sur le méthanol et le glycocolle, en présence de NH^3, ainsi qu'aux dépens de l'oxyde de carbone et de NH^3, sous l'influence de l'effluve (Losanitsch et Jovitschitsch) (5) ou des radiations ultraviolettes (D. Berthelot et Gaudechon) (6).

L'une et l'autre de ces deux amides se convertissent en urée par oxyda-

---

(1) Engel, *Comptes rendus*, t. 79, 1874, p. 808.

(2) Drechsel, *Berichte der K. K. Gesel. d. Wiss.*, 1875.

(3) Halsey, *Zeit. f. ph. Ch.*, t. 25, 1898, p. 325.

(4) Kutscher et Zickgraff, *Sitz. d. K. Pr. Ak. d. W.*, 1903. — Kutscher et Schenk, *Berichte*, 1904, p. 2908.

(5) Losanistch et Jovitschitsch, *Berichte*, t. 30, 1897, p. 138.

(6) D. Berthelot et Gaudechon, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1692.

tion permanganique [Hofmeister (1), Eppinger (2)], ou électrolytique (Fichter) (3).

2. Entre la formamide ou l'acide oxamique, d'une part, et leur produit d'oxydation, l'urée, d'autre part, est-il possible de saisir l'acide cyanique

$$H.CO.NH^2 + O = CONH + H^2O$$
$$NH^2.CO.CO^2H + O = CONH + H^2O + CO^2.$$

Espérant atteindre ce but, Halsey traite par MnO^4K ces deux corps. Le précipité produit par le sous-acétate de plomb, lavé, est chauffé avec le sulfate d'ammonium, afin de transformer en urée le cyanate de plomb, éventuellement formé. L'urée ne put être décelée, ni par précipitation, ni par la réaction colorée de Ludy.

Il est facile de montrer, grâce aux méthodes d'analyse, déjà décrites (4), que l'acide cyanique se forme dans l'oxydation de la formamide et de l'acide oxamique.

3. Synthèse de l'acide cyanique aux dépens de la formamide. — On ajoute, en plusieurs fois, en agitant, MnO^4K, pulvérisé (5^g), à de la formamide ($1^{cm^3} = 1^g,14$), dissoute dans de l'ammoniaque concentré (10^{cm^3}). Durée de l'oxydation : 15 minutes. Volume de liquide : 27^{cm^3}.

Formation de l'urée par chauffage de la liqueur avec NH^4Cl. — 2^{cm^3} de la solution, non chauffée ou chauffée, une heure, vers 95°, avec NH^4Cl, au reflux, reçoivent de l'acide acétique (7^{cm^3}) et du xanthydrol en solution méthylique à $\frac{1}{10}$ (1^{cm^3}) :

	Xanthyl-urée pour 2^{cm^3}.	Urée pour 100^g formamide.
Liquide non chauffé..........	traces	traces
Liquide chauffé avec NH^4Cl...	$0^g,041$	$6^g,93$

Réactions colorées. — A la liqueur on ajoute NO^3Ag, puis NO^3H, dilué, de manière que la réaction soit à peine alcaline. Le précipité (cristaux microscopiques), séché, puis broyé, avec KCl et acétate de cobalt, donne une coloration bleue intense, au contact de la vapeur d'eau exhalée par la bouche.

Le perchlorure de fer, très dilué, colore en violet bleu le produit de la trituration du sel d'argent avec du chlorhydrate d'hydroxylamine.

---

(1) Hofmeister, *Archiv. f. exp. P. u. Ph.*, t. 37, 1896, p. 426.
(2) Eppinger, *Beitr. z. Ch. Ph. u. R.*, t. 6, 1905, p. 481.
(3) Fichter, *Zeit. f. Electr.*, t. 18, 1912, p. 647.
(4) R. Fosse, *Comptes rendus*, 1920, t. 171, 1920, p. 635 et 722.

4. Synthèse de l'acide cyanique aux dépens de l'acide oxamique. — On oxyde l'oxamate d'ammoniaque (1^g), dissous dans volumes égaux d'eau et d'ammoniaque (10^{cm^3}), par MnO^4K (5^g), en chauffant légèrement. Volume : 25^{cm^3}.

Formation de l'urée par chauffage de la liqueur avec NH^4Cl :

	Xanthyl-urée pour 2^{cm^3}.	Urée pour 100^g oxamate d'ammoniaque.
Liquide non chauffé..........	$0^g,000$	$0^g,00$
Liquide chauffé avec NH^4Cl...	$0^g,0058$	$1^g,03$

Réactions colorées. — Ni l'une ni l'autre de ces réactions ne peuvent être obtenues avec le volumineux précipité brut, formé surtout d'oxalate, préparé comme ci-dessus. Cependant, si on l'épuise par très peu d'eau, à l'ébullition, la liqueur filtrée abandonne, en minime quantité, des cristaux brillants, produisant les deux réactions colorées caractéristiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L'autoxydation du styrolène α bromé.* Note de M. **Charles Dufraisse**, présentée par M. Ch. Moureu.

Ainsi que je l'ai signalé précédemment [1], le styrolène α bromé $C^6H^5 - CBr = CH^2$ s'oxyde très facilement à l'air.

Si l'on abandonne cette substance dans un récipient non bouché, on ne tarde pas à voir apparaître des aiguilles cristallines. Ces aiguilles sont constituées par la bromacétophénone $C^6H^5 - CO - CH^2Br$. Il y a donc fixation d'un atome d'oxygène suivant l'équation

$$C^8H^7Br + O = C^8H^7OBr.$$

A. On remarque que l'atome de brome, situé primitivement en α, se trouve en position β, après oxydation. Cette réaction était de nature à faire naître des doutes sur la constitution du styrolène bromé : il paraissait, en effet, plus naturel d'admettre que, par oxydation, le styrolène bromé de formule $C^6H^5CBr = CH^2$ aurait fourni la phénylbromacétaldéhyde

$$C^6H^5 - CHBr - CHO\ (^2).$$

(1) *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 960.

(2) Après ce qui a été exposé dans une précédente Note sur la constitution de la bromobenzalacétophénone $C^6H^5 - CH = CBr - CO - C^6H^5$, l'attention se trouve encore ici appelée sur les difficultés qu'offre la détermination exacte d'une constitution, même peu compliquée, si l'on tient à éviter toute cause d'erreur.

Cependant la constitution de ce carbure bromé ayant été établie, dans le travail cité, par une méthode qui offre de grandes garanties d'exactitude, j'ai recherché si d'autres cas analogues de migration d'halogène n'avaient pas été déjà signalés. Ces recherches sont restées infructueuses : ni les Traités, ni les Mémoires consultés ne décrivent de migrations de ce genre.

En revanche, j'ai relevé d'anciennes expériences, publiées en 1878 par Demole (¹), dont l'interprétation avait échappé à l'auteur, par suite d'une erreur de constitution (²), et qui se rapprochent singulièrement du phénomène décrit ci-dessus.

Demole a constaté, en effet, que l'éthylène dibromé $CBr^2 = CH^2$ s'oxyde spontanément à l'air en donnant le bromure de l'acide monobromacétique $CH^2Br—COBr$. Il y a donc, sans aucun doute, migration d'un atome de brome au cours du processus d'autoxydation. Le cas du dérivé chlorobromé est encore plus démonstratif : à partir de $CClBr = CH^2$ on obtient, par oxydation spontanée, un mélange de chlorure de bromacétyle $CH^2Br—COCl$ et de bromure de chloracétyle $CH^2Cl—COBr$. Cet exemple montre que la migration peut intéresser aussi bien l'un des deux atomes d'halogène que l'autre, et toujours de préférence aux atomes d'hydrogène.

Si l'on admet avec divers auteurs (³) que la fixation d'oxygène se produise dans cette réaction suivant le mécanisme suivant :

$$>C=C< + O^2 \rightarrow >C(O{-}O)—C< \rightarrow >C(O)—C< + O$$

on est obligé de conclure que dans l'isomérisation de l'oxyde d'éthylène instable, formé transitoirement, un atome d'halogène se déplace toujours de *préférence à un atome d'hydrogène*.

Il semble donc que la migration d'halogène loin d'être une anomalie, comme on aurait pu être tenté de le penser *a priori*, soit la règle générale. Ainsi la transformation en bromacétophénone du styrolène α bromé, au lieu de contredire la constitution primitivement attribuée à cette substance, lui fournirait au contraire un nouvel appui.

B. Du reste, le fait même que le styrolène α bromé s'oxyde facilement à

(¹) E. Demole, *Ber.*, t. 2, p. 315. — E. Demole et H. Durr, *Ibid.*, p. 1302.

(²) La véritable constitution a été établie par Anschütz (*Ber.*, t. 12, p. 2076).

(³) Engler et Weisberg, Erdmann, Staudinger, etc.

l'air confirme une fois de plus sa formule. Il résulte, en effet, d'observations glanées dans divers Mémoires, que l'accumulation de groupements électronégatifs sur une double liaison facilite l'oxydation spontanée; mais le phénomène d'autoxydation est incomparablement plus net quand les groupements électronégatifs sont distribués d'une façon dissymétrique. Si X et Y sont des groupements électronégatifs, le composé $XYC = C =$ s'oxydera beaucoup plus vite à l'air que le composé isomère $- XC = CY -$.

Je me contenterai de citer, comme exemple très caractéristique, le cas du diphényléthylène dissymétrique $(C^6H^5)^2C = CH^2$ [1] dont la facile autoxydation a été constatée (il se forme de la benzophénone

$$C^6H^5 - CO - C^6H^5$$

et de l'aldéhyde formique CH^2O), alors que le diphényléthylène symétrique $C^6H^5 - CH = CH - C^6H^5$, ou stilbène, ne paraît pas s'oxyder sensiblement à l'air.

Parmi les trois styrolènes monobromés que j'ai décrits, l'un s'oxyde spontanément, avec une intensité beaucoup plus grande que les deux autres. On doit en conclure, d'après ce qui précède, que, dans ce composé, les deux groupements électronégatifs C^6H^5 et Br sont distribués d'une manière dissymétrique par rapport à la double liaison : par suite, en dehors de toute autre raison, la formule dissymétrique $C^6H^5CBr = CH^2$ devra être adoptée de préférence à la formule symétrique $C^6H^5CH = CHBr$. Le styrolène bromé facilement autoxydable devra être considéré comme le styrolène α bromé $C^6H^5CBr = CH^2$, ce qui confirme la constitution primitivement établie.

C. Cette facile transformation en bromacétophénone pourrait être la cause des propriétés physiologiques du styrolène α bromé. Ce composé est, en effet, nettement lacrymogène, mais son action, assez faible immédiatement après la distillation, augmente au fur et à mesure que se prolonge

---

(1) M. Tiffeneau, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. 27, p. 1066.

Cette autoxydation ou d'autres analogues pourraient permettre de décider si le groupement phényle ou ses homologues sont, en tant que groupements électronégatifs, susceptibles de subir une migration semblable à la migration signalée plus haut des atomes d'halogènes : on observerait alors, comme réaction accessoire, la formation d'une quantité plus ou moins importante de désoxybenzoïne $C^6H^5 - CH^2 - CO - C^6H^5$ ou de composés analogues, suivant le processus décrit plus haut.

Le cas du styrolène α bromé ne laisse pas voir, en effet, lequel des deux groupements C^6H^5 ou Br a subi la migration.

l'action de l'air; il ne serait pas impossible que le pouvoir lacrymogène soit dû à la présence de la bromacétophénone, dont l'action irritante est bien connue.

En résumé :

1° Quand les processus d'autoxydation sont accompagnés de phénomènes de migration, ce sont les atomes électronégatifs qui paraissent émigrer de préférence aux atomes d'hydrogène. La migration électronégative paraît donc être la règle générale.

2° L'autoxydation d'une liaison éthylénique est d'autant plus intense que les groupements électronégatifs sont distribués autour d'elle d'une manière plus dissymétrique.

3° Le phénomène d'autoxydation du styrolène α bromé confirme la constitution qui lui a été attribuée.

4° Les propriétés irritantes du styrolène α bromé paraissent être dues à la bromacétophénone à laquelle il donne naissance.

GÉOLOGIE. — *Mouvements tectoniques interglaciaires et postglaciaires de l'extrémité orientale des Pyrénées*. Note de M. **Octave Mengel**, présentée par M. Pierre Termier.

J'ai montré (¹) que le retrait de la mer de 280^m avait été suivi d'une débâcle glaciaire dont les dépôts constituent, soit les anciens cônes de déjections démantelés que l'on trouve sur le pourtour du Roussillon et de l'Ampurdan, soit les éléments de sédimentation des anciens lacs du Conflent et de la Cerdagne. En Cerdagne, ces sédiments reposent sur les argiles blanches sableuses et ligniteuses que les auteurs rapportent au Miocène et qui avaient commencé dès cette époque l'envasement de cette large dépression si curieusement étalée à 1500^m au centre des massifs de la ligne de faîte de l'extrémité orientale des Pyrénées. Dans cette région, la glaciation contemporaine de la mer de 280^m paraît s'être exercée suivant un réseau hydrographique assez différent de celui de la glaciation suivante (²) auquel, cependant, il se raccorde parfois (vallée de Carol) par des ruptures de pente donnant le « type pyrénéen » dit des *glaciers suspendus*. C'est à la

(¹) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 663.

(²) O. Mengel, *Études de géographie physique sur les Pyrénées catalanes* (*Bull. Sect. du Canigou du C. A. F.*, 1911, Perpignan).

corrosion produite par les eaux émanant de cette calotte glaciaire qu'est dû le palier supérieur des vallées (¹).

La glaciation contemporaine de la mer de 100^m a laissé des traces plus nettes. C'est à sa débâcle que je rapporte la deuxième série de cônes de déjections du Roussillon, le palier inférieur des vallées, et les cordons littoraux morainiques des anciens lacs du revers nord du Canigou et de la Cerdagne.

La période interglaciaire paraît avoir été une période de démantèlement énergique. La sédimentation qui en a été la conséquence se présente sous la forme d'alternances de cailloux roulés, d'argiles à blocs, d'argiles gréseuses et parfois ligniteuses, de calcaire lacustre (Vinça à Marquixanes). Cet ensemble est barré de 5 à 6 lits, plus ou moins épais, de cailloutis argileux fortement rubéfiés; indices d'expositions répétées et prolongées à l'air atmosphérique par suite d'arrêts momentanés successifs dans la sédimentation. La similitude de cette répétition de faciès dans les dépressions pradéenne et cerdane montre que la sédimentation y passait simultanément par les mêmes phases. Dans les dépôts de Cerdagne toutefois j'ai constaté une alternance de lits à cailloux striés et non striés. Je n'ai pu faire jusqu'ici pareille observation dans ceux de Prades, vraisemblablement parce que les glaciations partielles qui se sont produites entre les deux périodes glaciaires ne sont pas descendues jusqu'au Conflent.

Dans les deux régions, les sédiments interglaciaires sont recouverts par les dépôts morainiques de la deuxième glaciation. Ils s'étendent jusqu'à 440^m entre Estoher et Marquixanes (je les ai retrouvés dans la vallée du Tech, près de Montferrer, à la cote 490). En Cerdagne, les dépôts morainiques sont sensiblement en concordance de plongement avec les sédiments interglaciaires. Sur le pourtour méridional du bassin, l'ensemble plonge à l'*extérieur* de la dépression, c'est-à-dire à contre-pente du versant du massif de bordure, avec des pendages variant de 5° SW à 60° S en allant du massif silurien du Puigmal au massif nummulitique de la Sierra de Cadè. Sur le bord septentrional de la cuvette, les dépôts plongent normalement vers le Sud, mais avec un pendage plus accusé que le comporte la nature des sédiments. Dans la région de Prades, les moraines reposent horizontalement en discordance sur les dépôts interglaciaires, qu'ils ont d'ailleurs affouillés. Ceux-ci, sur la bordure sud de la dépression, plongent

---

(¹) O. Mengel, *Essai sur le creusement des vallées de la Têt et du Tech* (*Bull. Société Agr., Sc. et Lett. des Pyrénées-Orientales*, t. 48, 1907, Perpignan).

de 35° vers l'Est-Nord-Est; sur la bordure nord, le pendage ne dépasse pas 25° vers le Sud-Sud-Est. Entre les deux, les strates passent à l'horizontale avec quelques ondulations. Le parallélisme de ces strates à composition lithologique si variée indique que la sédimentation s'est faite horizontalement dans toute la largeur de la dépression.

De ces observations, il semble résulter les conclusions suivantes. Entre les deux périodes glaciaires, contemporaines des mers de 280^{m} et 100^{m}, le mouvement général auquel est due la régression marine se serait traduit sur le revers nord des Pyrénées orientales par deux mouvements locaux simultanés. L'un *orogénique*, réveil de l'effort de plissement longitudinal post-oligocène; l'autre *épirogénique*, orthogonal au premier, entraînant l'exhaussement du seuil reliant les massifs de Carença et de Madrés. Le premier provoqua un effondrement du bassin de la Cerdagne, sous l'action d'une tendance à la reprise du chevauchement vers le Nord du Nummulitique espagnol. Je vois un témoin de cet effondrement dans la montagne de Llivia si nettement détachée du palier glaciaire Odeillo-Targasonne dont elle faisait partie. Dans la région de Prades, le mouvement orogénique paraît ne pas s'être exercé au delà de la dernière période glaciaire et semble s'être borné à un resserrement de la dépression, avec maximum d'effet sur le versant du Canigou.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Valeurs des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier* 1921. Note de M. **Ch. Dufour**.

Les observations magnétiques, organisées en 1901 à l'Observatoire du Val-Joyeux par le Bureau Central météorologique, ont été continuées en 1920 dans les mêmes conditions que les années précédentes.

Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1921 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe Mascart le 31 décembre et le 1er janvier, rapportées à des mesures absolues toujours faites par M. J. Itié à des dates qui précèdent et suivent immédiatement le 1er janvier.

La variation séculaire des différents éléments est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1920 [1].

---

(1) *Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 245.

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Latitude : 48°49′16″; longitude : 2°0′52″ E. Gr.

	Valeurs absolues pour l'époque 1921,0.	Variation séculaire.
Déclinaison	12°48′,50	—9′,97
Inclinaison	64°41′, 8	+0′, 7
Composante horizontale	0,19665	—0,00009
» verticale	0,41595	+0,00003
» nord	0,19176	+0,00004
» ouest	0,04360	—0,00057
Force totale	0,46009	—0,00001

La série des observations magnétiques du Val-Joyeux comprend actuellement 20 années. La déclinaison était au 1er janvier 1901 15°14′,4; elle a ainsi diminué en 20 ans de 2°26′; la variation séculaire, qui était d'environ 4′ en 1901 est, depuis 1913, supérieure à 9′.

BOTANIQUE. — *Modification de la forme et de la structure d'une Mousse* (Hypnum commutatum *Hedw.*) *maintenue en submersion dans l'eau.* Note de M. **Ad. Dawy de Virville**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'action du milieu aquatique sur le développement des *Muscinées* a été à peine étudiée jusqu'ici : je me propose de mettre en évidence l'importance physiologique de ce facteur. Les *Muscinées* se prêtent très facilement à des cultures expérimentales dans l'eau. Le mieux est de procéder ainsi. Dans un tube à essai, on fait glisser, à l'aide d'un agitateur, une petite touffe de l'espèce que l'on veut étudier, après l'avoir soigneusement lavée. On remplit ce tube d'eau et on le couvre d'un petit cône de papier qui protège le liquide contre la chute des poussières atmosphériques, sans nuire à l'aération. Il faut renouveler cette eau tous les quinze jours environ.

Les expériences étant ainsi conduites, voici ce que j'ai constaté chez l'*Hypnum commutatum* Hedw. Cette Mousse forme, dans la nature, des touffes d'un vert clair, au premier printemps, qui se foncent et jaunissent pendant l'hiver. Les tiges, hautes de 5^{cm}-10^{cm}, se partagent en branches pennées; elles portent des feuilles disposées sur trois rangs, séparées par des entre-nœuds mesurant $0^{mm},2$. Ces feuilles sont un peu plus grandes sur l'axe principal que sur les axes latéraux; elles ont une forme ovale trian-

gulaire et se terminent par un acumen falciforme et denté, ainsi que la base des feuilles. De part et d'autre de la nervure médiane existent toujours un ou deux plis longitudinaux. Les cellules du limbe sont flexueuses et allongées. Il existe aussi des feuilles accessoires ovales-subulées et un feutrage de rhizoïdes brunâtres.

Voici maintenant les transformations qui se sont produites après six mois de culture en milieu aquatique. Toute trace de la ramification pennée caractéristique de cette espèce a disparu, ce qui la rend méconnaissable. Les tiges se sont très allongées et atteignent 18^{cm}-20^{cm} au lieu de 5^{cm}-10^{cm}. Les entre-nœuds mesurent $0^{mm},4$, soit le double de ce qu'ils sont normalement. Les feuilles, qui se formèrent tout d'abord à la base des rejets venus dans l'eau, sont étroitement ovales-lancéolées, quatre fois plus petites que chez le type. Dentées sur tout leur contour, elles ne sont pas plissées.

L'acumen falciforme a disparu. Les cellules ont changé de taille et de forme et sont devenues polygonales allongées. Les feuilles, qui se développèrent ensuite, présentent presque les mêmes caractères; elles sont toutefois un peu plus grandes, mais restent encore trois fois plus petites que celles du type : surtout, caractère important, les membranes sont devenues d'une extrême ténuité. Aussi les tissus développés dans l'eau sont tellement mous que les tiges sont incapables de se soutenir dans l'air. Les feuilles accessoires sont très réduites, quand elles ne font pas défaut. Les rhizoïdes, également réduits, forment, çà et là, des houppes sous les feuilles. De plus, ces pousses aquatiques sont d'un vert pâle, agréable à l'œil, car les grains de chlorophylle sont moins nombreux et d'une teinte plus faible. Le Tableau suivant donne le résultat des mesures effectuées.

Hypnum commutatum Hedw.	Type aérien.		Type aquatique.	
Organes examinés	Feuilles des tiges principales.	Feuilles des ramifications latérales.	Feuilles développées au début.	Feuilles développées à la fin.
	mm	mm	mm	mm
Longueur totale des feuilles	2,2	1,8	0,5	0,8
Largeur » »	0,9	0,7	0,4	0,4
Cellule des oreillettes : longueur	0,030	0,030	0,021	0,027
» » largeur	0,015	0,015	0,012	0,015
Cellules du limbe : longueur	0,039	0,051	0,018	0,024
» » largeur	0,006	0,006	0,006	0,006
» de l'acumen : longueur	0,072	0,060	0,021	0,038
» » largeur	0,009	0,006	0,006	0,009

Une preuve convaincante de l'influence du milieu aquatique réside dans ce fait que quelques rejets ont dépassé de 1^{cm} le niveau de l'eau maintenu

sensiblement constant : on peut y observer, entre autres caractères, une tendance à la ramification pennée qui a totalement disparue, je l'ai dit, dans la partie submergée.

Des expériences poursuivies simultanément avec d'autres espèces, telles que l'*Hypnum triquetrum* L., et des cultures de diverses Mousses et d'Hépatiques à thalle que je fais actuellement, me permettent de conclure à l'influence profonde de la vie en milieu aquatique sur le développement des *Muscinées*.

Ces résultats, conformes aux observations faites en 1885 par M. Costantin à la suite de cultures expérimentales de Phanérogames, apportent une nouvelle preuve en faveur des théories de Lamarck, et montrent que l'adaptation au milieu, sans cesse prolongée, est un facteur très important dans l'évolution continue des êtres vivants.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de la chloropicrine sur la faculté germinative des graines.* Note [1] de M. **E. Miège**, présentée par M. E. Roux.

Plusieurs savants ont montré, dans des Notes précédentes (*Comptes rendus*, 1919 et 1920) que la chloropicrine possède un pouvoir insecticide puissant, susceptible d'être utilisé efficacement pour la destruction de certains parasites. Il était important de déterminer l'action de la chloropicrine sur la faculté germinative et la valeur culturale des graines.

Dans une épreuve préalable de grande culture, plusieurs quintaux de différentes semences infestées (pois, haricots, blé, etc.) ont été traités, soit en arrosant les sacs fermés, selon la technique indiquée par M. G. Bertrand, soit en plaçant la chloropicrine dans des récipients voisins. A la dose de 20^{cm^3} par mètre cube d'espace, ou par sac de 80^{kg} environ, la bruche des pois (*Bruchus pisi*), la bruche des haricots (*Bruchus obtectus*) et le charençon du blé (*Calandra graniaria*) furent, dans les deux cas, radicalement détruits après 24 heures de contact, sans que la faculté germinative ait paru altérée. L'alucite du blé (*Sitotroga cerealella*) fut, de même, complètement supprimée, dans des conditions semblables.

Dans une seconde série d'essais, poursuivis au laboratoire, des échantillons de graines de plusieurs plantes cultivées furent placés dans des coupelles, réunies sous une grande cloche de verre, et soumis pendant des temps variables (6, 12, 24, 48, 72 et 96 heures) à l'influence de doses de chloropicrine allant de 15^{cm^3} à 50^{cm^3} par mètre cube. A la sortie de la cloche, les semences étaient mises en germination sous papier-

---

(1) Séance du 10 janvier 1921.

filtre, à l'air libre sans étuve, et comparativement à des lots témoins non traités. La température, pendant le traitement et la germination, oscilla autour de 15° (extrêmes 10° et 20°,8). La marche du développement des graines fut suivie soigneusement jusqu'à moisissure des individus non germés; mais le relevé de toutes les observations journalières étant très encombrant, nous nous bornerons à indiquer, dans les Tableaux suivants, la valeur définitive de la faculté germinative des différents lots de semences (Tableaux I et II).

TABLEAU I. — *Faculté germinative après traitement à 15$^{cm^3}$ de chloropicrine par mètre cube.*

Durée du traitement.	Blé.	Riz.	Chanvre.	Lin.	Lentille.	Fenugrec.	Bersim.
0 (témoin)	100	80	69	100	100	100	100
6 heures	93	84	50	100	100	100	100
12 »	82	79	61	100	100	100	100
24 »	70	79	58	100	100	100	100
48 »	66	60	54	100	100	100	100
72 »	69	39	65	100	100	100	100
96 »	71	38	64	100	100	100	100

TABLEAU II. — *Faculté germinative après traitement à 50$^{cm^3}$ de chloropicrine par mètre cube.*

Durée du traitement.	Blé.	Betterave.	Lin.	Lentille.	Fenugrec.	Bessim.
0 (témoin)	100	72	100	100	100	100
6 heures	34	61	95	99	100	100
12 »	36	65	96	100	100	100
24 »	32	58	91	100	100	100

TABLEAU III. — *Énergie germinative du blé, traité à 20$^{cm^3}$ de chloropicrine par mètre cube.*

		Témoin.	6^h.	12^h.	24^h.	48^h.	72^h.	96^h.
Apparition du premier germe....		3e jour	2e j^r	3e j^r	3e j^r	3e j^r	4e j^r	5e j^r
Nombre de germes après	4 jours....	54	65	40	53	25	7	0
	6 »	73	77	69	58	49	40	24
	8 »	85	84	76	65	58	54	50
	10 »	94	88	80	71	62	57	62

La chloropicrine exerce donc une action certaine sur la faculté germinative qui varie considérablement avec la nature de la graine. Certaines semences supportent sans aucun inconvénient, et pendant des temps assez longs, des doses relativement élevées d'insecticide; les légumineuses, en particulier, manifestent une résistance remarquable, sans doute due à la nature de leurs téguments; le lin possède la même immunité, sauf aux

fortes doses, qui commencent à atteindre la vitalité des graines au bout de 6 heures. Par contre, les graminées montrent une grande sensibilité à l'action toxique de la chloropicrine, même lorsqu'elle ne se poursuit que pendant quelques heures.

Avec 15^{cm^3} seulement et un bref contact de 6 heures, la faculté germinative du blé subit déjà une diminution, qui s'accentue très vite, et plus rapidement avec l'accroissement des doses employées qu'avec la durée du traitement. Ce résultat corrobore celui énoncé par Picetti et Bernardini (1917) qui ont constaté un abaissement de 30 pour 100 dans la faculté germinative du blé, sous l'influence de 20^{cm^3} de chloropicrine s'exerçant pendant une semaine. Cette perte, dans nos essais, n'augmente guère avec un contact prolongé, mais elle atteint un taux relativement considérable avec les doses élevées; les mêmes faits se remarquent pour le riz.

Le chanvre et la betterave supportent mal, également, les vapeurs toxiques, mais la valeur médiocre des graines employées (révélée par le développement imparfait des témoins) trouble quelque peu les résultats; ceux-ci montrent, toutefois, que l'action de la chloropicrine paraît moins profonde sur ces semences que sur les céréales.

L'énergie germinative a été affectée, elle aussi, par le traitement et, généralement, dans un sens défavorable, d'autant plus accusé que les doses et les durées de contact étaient plus grandes. Cependant, lorsque celles-ci sont faibles, on observe parfois une légère accélération de la germination (lin, blé, fenugrec). Le Tableau III résume les principales constatations faites sur le blé [1].

Conclusions. — 1° La destruction des insectes parasites des semences (bruches, charançon, alucite, etc.) peut être assurée par l'emploi de la chloropicrine, agissant pendant 24 heures à la dose de 15^{cm^3} à 20^{cm^3} par mètre cube. Un contact plus prolongé et des quantités plus élevées ne paraissent pas utiles.

2° L'action de la chloropicrine sur les semences varie avec la nature des graines, la dose employée et la durée du traitement.

Insensible sur certaines semences (légumineuses, lin, etc.), elle affecte,

---

(1) Un fait curieux et qu'il convient de signaler est la remarquable vigueur des graines de légumineuses qui, toutes, ont germé à 100 pour 100 et dans un délai maximum de 5 jours; dans la plupart des cas, les semences de Bersim (trèfle d'Alexandrie) se sont même développées complètement en 48 heures.

Toutes les graines utilisées ont été récoltées au Maroc et proviennent de la dernière récolte.

au contraire, la faculté et l'énergie germinatives de quelques autres (chanvre, betterave, et, en particulier, céréales). Cette influence défavorable augmente généralement avec les quantités utilisées et la durée de contact. Dans les conditions requises pour la désinfection, elle peut diminuer de 30 pour 100 le pouvoir germinatif du blé, et les doses plus fortes sont encore plus nuisibles; par contre, les semences de légumineuses manifestent une immunité absolue.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme chimique de l'assimilation du gaz carbonique par les plantes vertes.* Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Roux.

Quand on se propose d'expliquer la formation des produits immédiats qui résultent de l'assimilation du gaz carbonique par les plantes vertes [1], on est conduit à attribuer un rôle fondamental à l'hydroxylamine.

L'existence de cette base dans les feuilles est rendue certaine :

1° Par la transformation de l'ammoniaque en composés oxygénés de l'azote et *vice versa*, qui s'y réalisent normalement [2].

Ces transformations comportent de nombreux composés intermédiaires dont les principaux sont :

$$AzO^3H \rightarrow AzO^2H \rightleftharpoons AzH^2OH \rightleftharpoons AzH^3.$$

L'hydroxylamine doit figurer dans cette double série, parce que les phénomènes d'oxydation et de réduction réalisés par la cellule vivante, se font graduellement et n'intéressent qu'un seul atome d'oxygène par étape.

Je n'ai pas réussi jusqu'à présent à mettre directement l'hydroxylamine en évidence dans les milieux nitrifiants ou dénitrifiants; mais cela ne veut pas dire qu'on n'y parviendra pas bientôt en mettant en œuvre un artifice d'expérience approprié. Il est vraisemblable, en effet, que l'hydroxylamine se combine aux aldéhydes et aux cétones pour donner des oximes, et c'est en vertu de cette propriété même qu'elle joue le rôle que l'examen des faits lui assigne.

---

(1) P. Mazé, *Recherches sur l'assimilation du gaz carbonique par les plantes vertes* (*Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 1391).

(2) P. Mazé, *Recherches sur la présence d'acide nitreux dans les cellules végétales et animales* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 357), *dans la sève des végétaux supérieurs* (*Ibid.*, t. 155, 1912, p. 781) et *Annales de l'I. P.*, t. 25, p. 289 et 369.

2° Par la présence constante de l'acide nitreux libre et celle, assez fréquente, de l'acide cyanhydrique, deux dérivés des oximes.

Agissant d'abord comme base, l'hydroxylamine fixe le gaz CO^2 et forme l'une ou l'autre des combinaisons CO^2AzH^2OH, $CO^3H^2AzH^2OH$, physiologiquement équivalentes.

Or, on a

$$CO^2AzH^2OH = H-CHO + AzO^2H.$$

Le formol n'existant pas dans les feuilles vertes, il faut poser, pour se conformer entièrement aux résultats expérimentaux :

$$(a) \qquad 2CO^2AzH^2OH = CH^2OH-CHO + AzO^2H.$$

L'acide nitreux et l'aldéhyde glycolique qu'on obtient ainsi existent dans les feuilles de sureau, et il se trouve précisément que ces feuilles ne renferment ni alcool éthylique ni acide acétique, faits que j'ai établis par une méthode sur laquelle je reviendrai.

L'aldéhyde acétique, très répandu pourtant dans les feuilles vertes, peut provenir de l'aldéhyde glycolique par réduction et la transformation (*a*) serait le procédé général de réduction du gaz carbonique. Mais il est hors de doute que l'aldéhyde acétique résulte aussi de l'oxydation directe de l'alcool.

Quelle que soit son origine, il peut servir de base à la formation d'une autre série de corps par voie de combinaison avec l'hydroxylamine, en passant par les oximes.

On a alors

$$CH^3-CHO + CO^2AzH^2OH = CH^3-CHOH-CHO + AzO^2H,$$

c'est-à-dire l'aldéhyde lactique et l'acide nitreux présents dans la feuille de peuplier.

On conçoit aisément que les aldéhydes glycolique et lactique peuvent engendrer d'autres combinaisons, soit par hydratation ou condensation, soit par oxydation, soit encore par de nouvelles combinaisons avec l'hydroxylamine.

Quant à l'acide cyanhydrique et à l'acétylméthylcarbinol on doit les considérer comme étant déjà des produits d'élaboration [1].

On doit remarquer maintenant que toutes les transformations envisagées jusqu'ici peuvent se faire uniquement avec le concours de l'énergie fournie

---

[1] P. Mazé, *loc. cit.*

par la combustion respiratoire. On a donc le droit d'admettre que ces procédés sont très répandus chez les cellules vivantes, mais qu'ils y sont masqués par le phénomène inverse de la combustion respiratoire qui libère un volume de gaz CO^2 bien plus élevé que celui qui est assimilé par voie de réduction.

Par contre, ces procédés deviennent la règle exclusive chez les ferments nitrifiants qui empruntent précisément leur carbone au gaz carbonique.

L'équation de la fermentation nitreuse peut s'écrire :

$$2(CO^2AzH^2OH) = CH^2OH - CHO + AzO^2H,$$

et celle de la fermentation nitrique :

$$\begin{aligned}&2[3AzO^2H + H^2O + CO^2 + O]\\ &\to 2[CO^2AzH^2OH + 2AzO^3H + O]\\ &\to CH^2OH - CHO + 6AzO^3H.\end{aligned}$$

L'énergie nécessaire étant fournie par la transformation directe de l'ammoniaque en acide nitreux dans la fermentation nitreuse, et par l'oxydation de l'acide nitreux dans la fermentation nitrique, c'est l'azote qui fait les frais de la combustion respiratoire; et, en conséquence, il s'accumule à l'état d'acides nitreux ou nitriques dans les milieux nitrifiants.

Les végétaux supérieurs mettent en œuvre l'énergie des radiations solaires pour réaliser la transformation de l'acide nitreux en hydroxylamine suivant l'équation

$$(b) \qquad AzO^2H + H^2O = AzH^2OH + O^2 \quad [1].$$

En réunissant (a) et (b) on a

$$2(CO^2AzH^2OH) + 2H^2O$$

ou

$$\begin{aligned}&2(CO^3H^2AzH^2OH)\\ &\to CH^2OH - CHO + 2AzO^2H + 2H^2O\\ &\to CH^2OH - CHO + 2AzH^2OH + 2O^2,\end{aligned}$$

d'où il résulte, en même temps, que $\frac{O^2}{CO^2} = 1$.

---

(1) La décomposition de l'acide nitreux est une fermentation que les feuilles de maïs réalisent dans le vide avec mise en liberté d'oxygène et production corrélative d'azote et de protoxyde d'azote. (P. Mazé, *Annales de l'I. P.*, t. 25, p. 373.)

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Temps de latence dans les expériences de transplantation testiculaire et loi du « tout ou rien ».* Note de M. A. **Pézard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans un travail antérieur ([1]), nous avons étudié le cas de jeunes coqs castrés, chez lesquels des transplantations de testicule ont fait reparaître les caractères mâles : instinct sexuel, chant, ardeur belliqueuse, grand développement et rutilance de la crête et des organes similaires. De plus, chez deux sujets que nous avons suivis d'une façon continue, nous avons constaté que la réapparition des caractères mâles *n'est pas immédiate :* durant les trois semaines qui suivirent la transplantation, les deux animaux présentèrent les mêmes phénomènes de régression que les castrats témoins. Nous avons imputé ce « temps de latence » à la durée d'implantation des nodules testiculaires. De *nouvelles observations*, faites sur des coqs accidentellement transplantés, nous conduisent à une *interprétation plus précise* et montrent, en outre, que le tissu testiculaire est, pendant la période de latence, sans action sur le sujet (côté négatif de la loi du « tout ou rien »).

Le Tableau suivant est relatif à sept coqs porteurs de transplants (la transplantation a été effectuée au moment de la castration). Nous indiquons, pour chacun d'eux, le temps de latence, compté en semaines :

	Anciennes observations.		Nouvelles observations.				
Nos	23.	24.	1.	2.	3.	4.	5.
Temps de latence	2,7	1,9	2	3	6	6	0

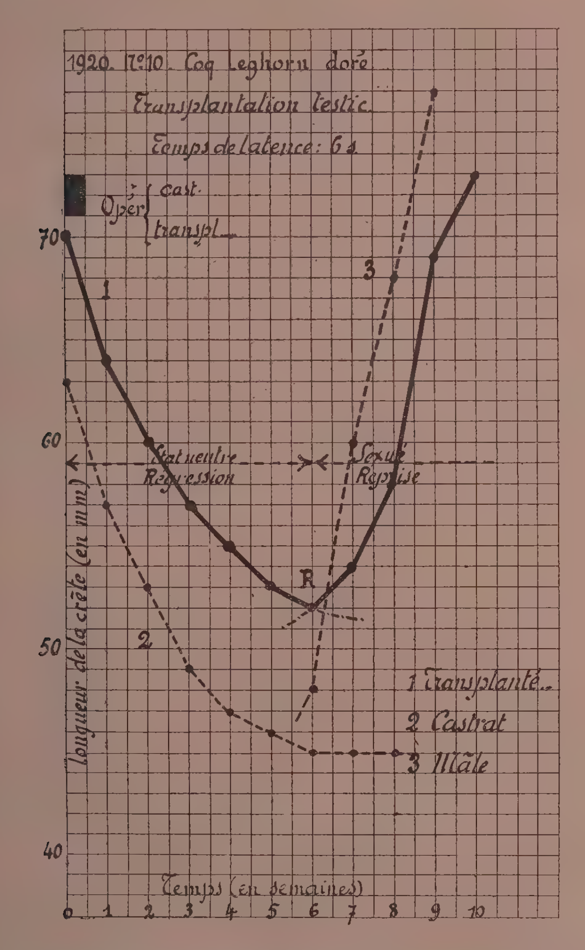
Le graphique ci-contre est relatif au coq nº 4 (nº 10 de la série Leghorn doré). La double évolution s'est accomplie, chez cet animal, avec une régularité remarquable; le tracé continu figure la longueur de la crête. Nous y avons ajouté, pour comparaison, la courbe des longueurs de la crête chez un castrat (trait discontinu descendant), et chez un mâle normal (trait discontinu ascendant).

L'examen du *graphique* type conduit à distinguer, dans l'évolution consécutive à la transplantation, deux périodes successives très différentes : *régression* puis *reprise*.

La régression de la crête a commencé et s'est poursuivie suivant le mode normal : angle habituel avec la verticale, au départ de la courbe,

([1]) A. Pézard, *Les conditionnements physiologiques des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés* (*Bull. Biol. France et Belgique.* Paris, 1918).

allure parabolique du tracé. Il y a même parallélisme, jusqu'au point R entre cette courbe et celle que fournit le castrat témoin. Ainsi, durant les dix premières semaines, *l'action du tissu testiculaire*, cependant présent dans le péritoine, s'est montrée *rigoureusement nulle*.



Temps de latence relatif aux expériences de transplantations testiculaires et loi de « tout ou rien ».

La seconde partie de la courbe (segment de reprise) débute au point R et ce segment prend tout de suite l'allure qui caractérise la croissance de la crête chez les mâles normaux. Dans nos premières expériences, nos graphiques figuraient un raccord tangentiel entre les deux segments; le point anguleux R marque une *discontinuité* très nette entre les deux périodes.

En réalité, il n'y a aucune contradiction entre les deux séries de résultats. Dans le premier cas, castration et transplantation avaient été effectuées sur des coquelets à crête peu évoluée : le temps de régression (deux à trois semaines) a pu s'écouler totalement avant la reprise fonctionnelle des transplants; dans nos récentes observations, au contraire, la régression n'était pas terminée au moment où les transplants sont entrés en activité.

A quelle cause faut-il attribuer le temps de latence? On doit remarquer tout d'abord qu'il est très variable suivant les sujets : nul chez le coq n° 11, sa durée s'étend, chez les autres coqs, de deux à six semaines. D'autre part, ces derniers n'ont reçu que des masses minimes de tissu génital, alors que le n° 11 en a reçu plusieurs grammes, c'est-à-dire une quantité supérieure au minimum efficace (¹). Il semble donc que le temps de latence correspond, non à la durée d'implantation du tissu testiculaire, mais *au temps que met la masse de ce tissu pour atteindre* $0^{g},5$.

Nous admettons en outre que, durant cette période latente, l'action du tissu implanté consiste à vaincre ou à neutraliser une condition physico-chimique qui empêche la crête et, d'une façon générale, les caractères mâles proprement dits, de développer leurs potentialités. Le minimum efficace constituerait un seuil auquel on pourrait donner le nom de *seuil morphogène*.

PHYSIOLOGIE. — *Le seuil de l'audition.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Toutes les fois qu'on ne peut enregistrer les vibrations sonores, on est obligé de les écouter (¹).

Si l'on veut faire des expériences comparables avec des auditeurs différents, le récepteur oreille doit être vérifié, ce qui revient à déterminer le coefficient auditif de chaque écouteur.

C'est ainsi que, soit à propos du repérage des canons, des avions ou des sous-marins, soit dans le réglage d'appareils télégraphiques et téléphoniques, on est conduit à faire des recherches sur la variation de la sensibilité auditive pour les diverses sortes de vibrations.

Plusieurs des résultats que j'ai obtenus ont déjà été publiés; il me suffira

---

(¹) Le tact n'intervient que pour des bruits ou des sons en nombre très limité (bruit de tambour ou de grosse caisse, coups de canon, explosion d'un obus, etc.).

de les rappeler en quelques mots, au cours de ce travail, en renvoyant à la Note parue dans les *Comptes rendus*.

1° *Sons faibles et sons forts.* — Il convient d'abord de définir ce que l'on appelle un son faible et un son fort : en effet, lorsque l'on dit : la millième partie d'un son fort est un son fort; la millionième partie d'un son fort est un son faible, on n'est pas très bien fixé sur la valeur de l'un et de l'autre.

Voici un fait d'expérience :

a. Un son produit, dans une sirène à voyelles, par un courant d'air, sous une pression de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'eau est très bien entendu par une oreille à laquelle ce son est transmis au moyen d'un tube de caoutchouc muni d'une membrane vibrante.

L'oreille perçoit le changement d'intensité produit par une augmentation de pression de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'eau; *c'est un son faible, car il ne fatigue pas l'oreille* qui peut le supporter plusieurs minutes.

b. Si le son, dans les mêmes conditions, est produit par une pression d'air de 15^{mm} d'eau, souvent il ne peut être supporté par l'oreille que pendant 60 secondes au plus : *c'est un son fort;* mais une variation brusque de pression de $\frac{1}{5}$ de millimètre d'eau est encore perçue.

L'oreille peut donc enregistrer des variations très faibles d'intensité, que le son soit faible ou fort, mais quand le son est fort, l'oreille se fatigue très vite.

2° *Sons justes et sons faux.* — *a.* Un son simple n'est jamais faux, quel que soit le nombre de vibrations qui le produit; par conséquent, il n'est nullement nécessaire que ce son représente une note de la gamme.

b. Un son complexe est juste lorsque le son fondamental est en rapport harmonique avec les sons composants; il est faux dans le cas contraire.

L'oreille est excessivement sensible aux sons faux, et ne peut les supporter, tandis qu'un son juste, n'étant pas désagréable, ne produit pas le réflexe de défense, *il faut souvent l'écouter pour l'entendre.*

Si l'attention fait défaut, ce qui est fréquent, le début du son n'est signalé qu'un certain temps après son apparition. Donc le *seuil de l'audition est beaucoup plus rapidement atteint pour les sons faux que pour les sons justes.*

3° *Sons graves et sons aigus.* — Dans des Notes précédentes (¹) j'ai démontré que l'oreille était beaucoup plus sensible aux sons aigus qu'aux sons graves; par exemple, si la voyelle synthétique *i* émise sur la note ut^2

(¹) *Comptes rendus*, t. 140, 1905, p. 87.

est entendue à 70^m, pour la transmettre à 125^m, il suffit d'une énergie 100 fois plus faible si elle est émise sur la note fa^6; il en est de même pour les autres voyelles.

De telle sorte que si l'on prenait comme abscisses les diverses notes, comme ordonnées les diverses pressions d'air correspondant à chaque son : l'acuité auditive normale, pour des sons de hauteur différente, ne serait pas représentée par une ligne horizontale.

Ceci est vrai quel que soit le timbre : une même voyelle est mieux entendue sur une note aiguë que sur une note grave, mais il est vrai de dire que certaines voyelles sont mieux entendues que d'autres émises avec la même énergie parce qu'elles contiennent des harmoniques plus aigus.

4. *Transmission des vibrations.* — Quand on transmet les vibrations à l'oreille par un tube muni d'une membrane vivante, on peut à volonté diminuer ou augmenter l'énergie avec laquelle les sons agissent sur l'oreille en faisant varier la nature du tube. Un tube métallique transmet les vibrations avec toute leur énergie; un tube en caoutchouc en absorbe une partie d'autant plus grande que ses parois sont plus minces.

Une application intéressante est la suivante : on peut à volonté augmenter ou diminuer la force d'un tube acoustique en le composant de deux parties : l'une, métallique, l'autre en caoutchouc, pouvant coulisser l'une dans l'autre. Le maximum de force a lieu quand le tube métallique est seul, le minimum quand c'est le tube de caoutchouc.

5. *Bruits, vibrations musicales et parole.* — L'oreille peut percevoir trois sortes de vibrations : les bruits, la musique et la parole, et chaque oreille est inégalement sensible à chacune de ces sortes de vibrations.

J'ai montré antérieurement que cela tenait aux différents centres cérébraux auxquels arrivent les terminaisons du nerf acoustique [1].

Cette différence de sensibilité est assez difficile à mettre en évidence dans l'oreille normale; elle est au contraire très facile à dépister dans les surdités consécutives aux méningites cérébro-spinales. Ces sujets, en effet, arrivent souvent, après rééducation, à percevoir d'abord les bruits, puis la musique et en dernier lieu la parole; c'est comme s'ils possédaient trois oreilles distinctes, chacune étant sensible à une sorte de vibration et il n'est pas rare de trouver des sujets n'entendant pas la parole et percevant très nettement le faible choc d'un crayon sur une table.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 732.

Conclusions. — 1° Dans les recherches acoustiques quand on emploie l'oreille comme récepteur, il faut déterminer le coefficient auditif de chaque écouteur, c'est-à-dire son acuité auditive pour les diverses vibrations : un sujet qui n'a pas la même acuité pour les deux oreilles ne peut déterminer la direction d'un son.

2° Quand il s'agit de vibrations très énergiques, on doit s'arranger de façon à diminuer leur intensité, car si l'œil est ébloui par une lumière trop vive, l'oreille est assourdie par un son trop intense et l'on ne peut plus se fier aux indications qu'elle fournit.

3° L'oreille entend mieux les sons aigus que les sons graves.

4° L'oreille est très sensible aux sons faux; on n'a donc pas besoin de les écouter pour les entendre.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches expérimentales sur le colostrum.* Note de MM. **Ch. Porcher** et **L. Panisset**, présentée par M. E. Roux.

L'étude histologique du colostrum a depuis longtemps montré que ce produit renferme, à côté des globules graisseux, constituants normaux du lait, des éléments mûriformes : les corpuscules de Donné. Malgré les nombreuses recherches dont ceux-ci ont été l'objet, on est encore loin d'être d'accord sur leur signification.

Les recherches, notamment de Duclert, de Bab, de Weill et Thévenet, confirmatives de celles de Czerny, tendent cependant toutes à établir que les corpuscules de Donné sont des leucocytes chargés de gouttelettes graisseuses. La plupart des expérimentateurs ne sont d'ailleurs arrivés à cette conclusion qu'au prix des difficultés de l'étude histologique, et avec les incertitudes de toute découverte basée seulement sur la morphologie.

A la lumière des idées et des travaux de l'un de nous (1) sur la rétention du lait dans la mamelle, il nous a paru qu'il devenait facile de se faire une opinion sur ce qu'était le colostrum, sur ce à quoi il correspondait au point de vue général des réactions biologiques.

Le colostrum est, au premier chef, un produit de rétention. Pour nous, le fonctionnement physiologique de la cellule mammaire n'a pas deux manières différentes de s'exprimer et nous estimons qu'il n'est pas exact, au fond, de dire que la mamelle, avant le part et dans les quelques jours qui suivent,

(1) Ch. Porcher, *La rétention lactée* (*Comptes rendus*, t. 170, 1920, p. 963, et *Arch. de Méd. des Enfants*, octobre et novembre 1920).

sécrète du colostrum; c'est du lait qu'elle donne, mais du lait dont nous n'avons qu'une image déformée par des actions phagocytaires; en d'autres termes, *le colostrum est un reliquat de phagocytose d'un lait antérieurement produit.*

Le lactose, le plus abondant des cristalloïdes, est résorbé rapidement, et il nous suffit d'invoquer les lois de l'osmose, pour en comprendre la disparition; mais l'élimination plus difficile, plus lente, des colloïdes (matières protéiques) qui sont en pseudo-solution et des globules gras, insolubles, qui sont en suspension, réclame l'intervention des leucocytes.

Nous avons créé expérimentalement des conditions qui correspondent à celles que réalise la rétention intra-mammaire en injectant du lait stérile dans le péritoine du cobaye. Nous avons noté la série régulière des phénomènes souvent observés : résorption de la partie liquide du lait, disparition rapide du lactose, dépôt en divers points de la séreuse, au milieu d'un liquide visqueux, d'amas irréguliers, allongés ou en plaques, assez semblables à de la fibrine coagulée, mais qui sont en réalité uniquement constitués par des leucocytes collés les uns aux autres.

Au premier examen, il semble qu'il faille établir une différence essentielle entre le colostrum et ce que donne l'injection intra-péritonale de lait chez le cobaye. En réalité, il n'y en a pas; le processus qui intervient dans l'attaque du lait est le même dans les deux cas et, seule, la différence des milieux imprime une distinction facile à comprendre. Dans la mamelle, une sécrétion faible, mais continue, alimente sans cesse la phagocytose, et c'est pourquoi, dans le colostrum, on trouve toujours de la caséine et du lactose; dans le péritoine, il n'y a pas de mouvement sécrétoire centrifuge et la phagocytose joue seule; le lactose disparaît très rapidement et totalement puisqu'il n'est pas renouvelé et l'intervention des leucocytes s'exerce largement et facilement.

L'étude histologique des dépôts péritonéaux faisant suite à l'injection de lait nous a montré que les leucocytes sont des poly- et des mononucléaires. Les polynucléaires prédominent quand le prélèvement est fait quelques heures (6 à 7) après l'injection de lait, alors que ce sont les mononucléaires qui sont les plus nombreux quand les animaux sont sacrifiés au bout de 24 heures. Mais qu'il s'agisse de l'une ou de l'autre variété des leucocytes, *toutes deux se montrent capables d'englober les globules graisseux du lait injecté.* Les globules gras ne sont pas toujours distribués régulièrement dans le leucocyte, quelquefois ils sont peu nombreux; d'autres fois, ils les bourrent au point d'en masquer le noyau, et les leucocytes ont alors tout à

fait l'aspect des corpuscules mûriformes de Donné, tels qu'on les rencontre dans le colostrum. On peut, de plus, constater que des globules graisseux, en général des plus gros, par conséquent plus difficilement phagocytables, circulent librement entre les corpuscules de Donné complètement formés ou plus ou moins remplis de globules graisseux plus petits.

Il devenait intéressant de voir ce que donnerait l'injection intrapéritonéale de lait homogénéisé dont la matière grasse est fragmentée en globules si petits qu'ils ne montent plus à la surface pour faire crème. *Dans ces conditions, l'englobement total de la graisse est réalisé*, les globules butyreux, du fait de leurs très faibles dimensions, ont tous été phagocytés; il n'y en a plus un seul circulant en liberté entre les corpuscules de Donné bourrés de graisse, parfaitement mûriformes et très finement granuleux; mais que le prélèvement soit fait tôt ou tard (même après 17 heures de séjour dans le péritoine), ce sont toujours les polynucléaires qui prédominent, ce sont eux surtout qui ont englobé la graisse et qui se sont mués en corpuscules de Donné. Des mononucléaires sont également présents chargés aussi de globules gras et mûriformes, mais ils sont toujours moins nombreux que les polynucléaires. Cette prédominance nette et constante des polynucléaires nous paraît devoir être rapportée aux dimensions fort minimes qu'ont les globules gras dans le lait homogénéisé; les polynucléaires remplissent à l'égard de ceux-ci leur rôle préférentiel de microphages.

Cette constatation nous semble devoir apporter un argument de grande valeur dans la question souvent discutée de savoir si les corpuscules de Donné sont des mono- ou des polynucléaires. A notre avis, les deux grandes variétés de leucocytes sont susceptibles d'intervenir ici; le rôle le plus important est toutefois dévolu aux mononucléaires qui paraissent être les agents des résorptions lentes et de la défense durable, comme c'est le cas avec le produit de sécrétion lorsqu'il séjourne dans la mamelle.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des radiations lumineuses sur l'azotobacter.* Note [1] de M. E. Kayser, présentée par M. P. Viala.

Dans une Note précédente [2] nous avons fait voir que l'azotobacter était sensible aux diverses radiations lumineuses, et que c'étaient surtout les radiations jaunes qui favorisaient la fixation de l'azote.

---

[1] Séance du 10 janvier 1921.

[2] *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 969.

Nous nous sommes demandé si cette propriété se maintenait constante pendant une série de générations et, par suite, comment se manifestait l'action lumineuse vis-à-vis de générations de différents âges cultivées, toujours dans les mêmes conditions d'éclairage et provenant de la même origine.

Le milieu de culture employé contenait 1,81 pour 100 de glucose et 1,293 pour 100 de mannite, et était additionné des sels minéraux habituels; les cultures étaient faites dans des vases coniques, en faible épaisseur de liquide, placées dans des conserves jaunes, vertes et bleues; comme comparaison, deux cultures étaient placées à la lumière blanche et deux autres maintenues à l'obscurité; la température constante était 27°; l'analyse a été faite après trois semaines. Le glucose a été dosé par la méthode Bertrand, la teneur en mannite déterminée par différence à l'aide des extraits; l'azote a été dosé par la méthode Kjeldahl dans la masse microbienne recueillie sur filtre taré et dans les liquides de culture. Les poids microbiens obtenus différaient dans des limites allant de 25mg à 60mg, toujours en faveur de la troisième génération, sauf pour les cultures des conserves jaunes où la différence n'était que de 4mg.

D'une façon générale, toutes les cultures de la sixième génération étaient d'un jaune plus pâle; les cultures des conserves jaunes présentaient seules la couleur jaune du liquide avec reflets verdâtres.

Couleur.		Glucose consommé		Mannite détruite		Somme des hydrates détruits.	Azote total fixé.	Azote fixé par gramme d'hydrate de carbone consommé.
		total.	pour 100 fourni.	totale.	pour 100 fournie.			
		g		g		g	mg	mg
Noire.	3e génér....	1,2795	47,1	0,591	29,9	1,871	8,574	4,582
	6e »	0,789	29,0	0,1215	6,2	0,9105	4,360	4,785
Blanche.	3e »	1,3275	59,9	1,2680	65,3	2,596	18,300	7,060
	6e »	0,927	34,1	0,333	17,1	1,260	5,940	4,714
Jaune.	3e »	1,3035	38,1	0,996	51,3	2,295	10,246	4,464
	6e »	1,015	28,3	0,370	19,0	1,385	8,823	6,343
Verte.	3e »	0,903	32,2	0,147	8,5	1,050	9,673	9,212
	6e »	0,765	28,1	0,075	3,8	0,840	6,130	7,290
Bleue.	3e »	0,954	35,1	0,192	9,9	1,146	9,695	8,459
	6e »	0,979	36,0	0,321	16,5	1,300	8,527	6,559

L'expérience apprend que la quantité totale d'azote assimilé a été toujours plus forte avec la troisième génération, le taux varie avec la coloration à laquelle la culture était soumise; la différence, très élevée pour la lumière blanche, entre les deux générations est relativement faible pour le jaune et le bleu. On constate d'ailleurs qu'avec le nombre de générations, les cultures de la lumière blanche se colorent de moins en moins et de plus

en plus lentement, la coloration persiste dans toutes les autres couleurs avec des nuances variées.

L'azote fixé par unité d'hydrate décomposé est minimum dans le jaune où le microbe travaille le moins économiquement; le pouvoir assimilateur a surtout diminué, avec la sixième génération pour le vert, le blanc et le noir.

Il est à noter que la proportion de glucose brûlé est toujours plus élevée pour la troisième génération, sauf pour le bleu; nous remarquerons également que, par cette couleur, la sixième génération a détruit plus de mannite que la troisième génération.

Le taux des hydrates brûlés est le plus élevé pour les cultures exposées à la lumière blanche et jaune, il est minima pour le vert; en présence du glucose, la mannite n'y a été que faiblement attaquée; c'est encore pour cette couleur que la différence entre le taux d'azote total fixé par les deux générations est bien plus élevé que pour le bleu et le jaune.

Des expériences en cours nous renseigneront sur le point de savoir s'il y a moyen de faire acquérir à la bactérie, ayant subi l'influence des radications lumineuses, ses anciennes propriétés, voire même les renforcer; elles nous montreront en outre jusqu'à quel taux, on pourra diminuer le pouvoir assimilateur de cette bactérie.

MICROBIOLOGIE. — *Sur l'adsorption du virus aphteux.* Note de MM. **H. Vallée** et **H. Carré**, présentée par M. E. Roux.

Des recherches déjà fort anciennes sur l'anémie infectieuse du cheval et la maladie des jeunes chiens nous ont permis de constater qu'à l'exemple des toxines microbiennes les virus filtrants sont susceptibles d'adhérer à des corpuscules de très petites dimensions, mis en suspension dans les liquides qui les supportent.

Nous avons poursuivi ces études sur le virus aphteux et constaté qu'il jouit de cette même faculté.

Si au liquide obtenu par filtration sur bougie Chamberland L_1 d'un broyage d'épithélium aphteux en eau physiologique, on ajoute une quantité convenable d'hématies de bœuf lavées, celles-ci, après agitation et contact de quelques instants, fixent en abondance les éléments encore inconnus de la virulence aphteuse.

Lavées plusieurs fois à l'eau physiologique et reprises par centrifugation,

les hématies ainsi traitées conservent leur virulence. Inoculées sous la peau à des bovidés, elles déterminent chez ces sujets l'évolution de la fièvre aphteuse sous une forme classique.

L'expérience peut être répétée avec le même succès en utilisant comme éléments adsorbants des corps microbiens, tels que le pneumocoque et le staphylocoque.

Il était légitime d'admettre que, fixé ainsi qu'il vient d'être dit, sur des éléments figurés, le virus aphteux devenait susceptible, en certaines conditions, d'une phagocytose totale. L'expérience n'a pas ruiné cet espoir.

Tardivement phagocytées lorsqu'elles sont d'extraction récente, les hématies lavées sont au contraire rapidement reprises par les cellules blanches lorsqu'elles sont tuées par un séjour de 48 heures à la température de 0° à + 2°. Sous cette forme dernière, chargées de virus dans les conditions précédemment énoncées, elles reproduisent encore la fièvre aphteuse par inoculation sous-cutanée pratiquée même à faible dose. Elles ne la déterminent plus par inoculation intra-veineuse de quantités beaucoup plus considérables.

De même, des bactéries tuées, sensibilisées par un sérum approprié, éléments facilement phagocytés, chargées de virus aphteux par adsorption et inoculées à poids précis dans les veines de bovidés sensibles, ne provoquent point l'évolution de la fièvre aphteuse, tandis que celle-ci succède à l'inoculation sous-cutanée moins favorable à une phagocytose rapide et totale du virus.

Il va sans dire qu'il est une limite au phénomène et que des doses 50 et 100 fois supérieures de virus adsorbé se montrent pathogènes, quel que soit le mode d'inoculation choisi.

Selon les doses utilisées encore et alors même que la phagocytose du virus adsorbé est totale, l'opération provoque ou non l'évolution d'une poussée fébrile sans apparition de symptômes aphteux.

Une seule inoculation de virus adsorbé, effectuée en ces conditions, ne suffit malheureusement point à immuniser les animaux soumis à l'expérience. Ainsi se trouve confirmée cette constatation, faite depuis longtemps déjà avec MM. Nocard et Roux, de la nécessité de l'évolution d'un aphte au moins pour l'obtention d'une immunité antiaphteuse appréciable.

Les faits indiqués en cette Note nous paraissent devoir être féconds en leurs conséquences. Ils montrent avec quelle prudence il faut conclure à l'existence de virus intra-globulaires dans les infections au cours desquelles le microscope ne révèle point avec évidence la présence dans les hématies

d'un élément anormal indubitable. Ils permettront d'obtenir pour diverses maladies dues à des virus filtrants des suspensions phagocytables propres à des tentatives d'immunisation encore irréalisables. Ils faciliteront enfin, dans les mêmes conditions, la préparation de virus sensibilisés.

Nos recherches se poursuivent sur ces données, mais il nous a paru sage de livrer, sans plus tarder aux chercheurs, un élément d'études que certains utiliseront avec profit.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *Guyon* :

En première ligne, ex æquo et par ordre alphabétique. . . . . MM. **Pierre Bazy**, **Pierre Delbet**

En seconde ligne, ex æquo et par ordre alphabétique. . . . . MM. **Jean-Louis Faure**, **Henri Hartmann**, **Félix Legueu**, **Théodore Tuffier**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

A 16 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 18 heures et demie.

A. Lx.

ERRATA.

—

(Séance du 29 novembre 1920.)

Note de M. *Richard Birkeland*, Résolution de l'équation générale du cinquième degré :

Page 1049, ligne 2, *au lieu de* $\beta_1 = -i^4 c^5$, *lire* $\beta_1 = -i4c^5$.

(Séance du 27 décembre 1920.)

Note de M. *Richard Birkeland*, Résolution de l'équation algébrique générale par des fonctions hypergéométriques de plusieurs variables :

Page 1370, formule (2), *au lieu de* $\Sigma_k \nu^{is} l_1^{k_1} l_2^{k_2} \ldots l_{n-1}^{k_{n-1}}$, *lire* $\Sigma_\varkappa \nu^{is} + l_1^{\varkappa_1} l_2^{\varkappa_2} \ldots l_{n-1}^{\varkappa_{n-1}}$; ligne 22, *au lieu de* la somme Σ_k étendue, *lire* la somme $\Sigma_\varkappa$ étendue; ligne 24, *au lieu de* $k_1, k_2, \ldots, k_{n-1} = 0, 1, 2, \ldots, n-2$, *lire* $\varkappa_1, \varkappa_2, \ldots, \varkappa_{n-1} = 0, 1, 2, \ldots, n-2$; ligne 26,

au lieu de $s = k_1 + 2k_2 + \ldots + (n-2)k_{n-1} - k_1 + 1$,

lire $s = \varkappa_1 + 2\varkappa_2 + \ldots + (n-2)\varkappa_{n-1} - \varkappa_1 + 1$.

Page 1371, formule (3), ligne 2,

au lieu de $\alpha_\lambda \equiv k_\lambda \mod(n-1)$, $\alpha_\lambda = k_\lambda + k_\lambda(n-1)$,

lire $\alpha_\lambda \equiv \varkappa_\lambda \mod(n-1)$, $\alpha_\lambda = \varkappa_\lambda + k_\lambda(n-1)$;

ligne 34, *au lieu de* $(h = 2, 3, \ldots, n-1)$, *lire* $(\lambda = 2, 3, \ldots, n-1)$.